

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Gambaran Umum Objek Penelitian

3.1.1 Dynapack Asia

Dynapack Asia didirikan pada tahun 1959 di Indonesia, awalnya sebagai perusahaan kecil yang memproduksi kemasan plastik untuk kebutuhan lokal. Seiring waktu, perusahaan ini berhasil berkembang pesat berkat fokusnya pada inovasi, kualitas, dan kebutuhan pelanggan. Pada dekade-dekade berikutnya, Dynapack Asia memperluas operasinya ke berbagai negara di Asia Tenggara, seperti Malaysia, Singapura, Thailand, Vietnam, dan Filipina. Melalui berbagai akuisisi strategis dan kemitraan, perusahaan ini berhasil membangun jaringan manufaktur yang kuat di kawasan Asia-Pasifik, menjadikannya salah satu pemimpin dalam industri kemasan plastik di wilayah tersebut.

Dynapack Asia beroperasi sebagai penyedia solusi kemasan plastik untuk berbagai industri, termasuk makanan dan minuman, farmasi, barang konsumen, produk industri, dan pertanian. Produk utama perusahaan meliputi botol plastik, jerigen, wadah industri, tutup botol, dan kemasan khusus yang disesuaikan dengan kebutuhan klien. Dynapack Asia menawarkan layanan *custom molding*, yang memungkinkan pelanggan mendapatkan desain kemasan unik yang sesuai dengan identitas merek mereka. Selain itu, perusahaan ini memiliki fokus yang kuat pada keberlanjutan, menawarkan solusi kemasan berbasis bahan daur ulang dan produk yang dapat didaur ulang.

Dynapack Asia dikenal sebagai pelopor dalam teknologi manufaktur kemasan plastik di kawasan Asia. Perusahaan ini menggunakan teknologi mutakhir, seperti *injection molding*, *blow molding*, dan *extrusion blow molding*, untuk memastikan efisiensi dan kualitas produk. Selain itu, Dynapack Asia berinvestasi besar-besaran dalam penelitian dan pengembangan (R&D) untuk

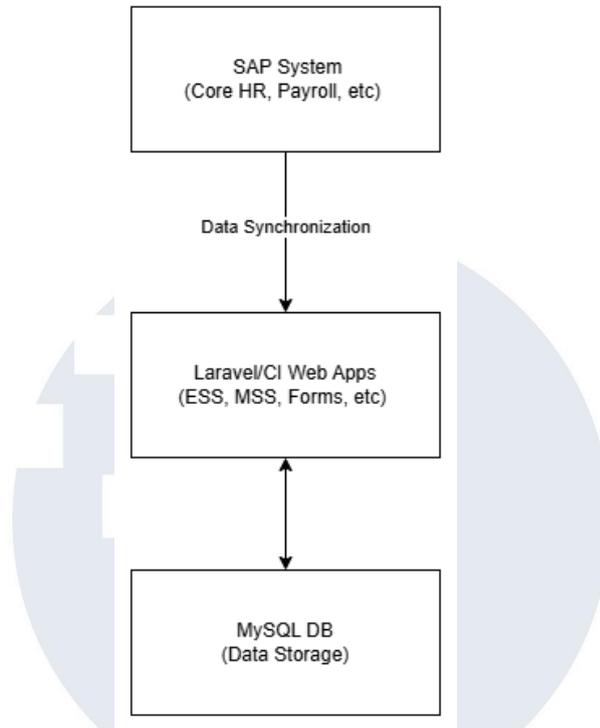
menciptakan produk yang inovatif dan ramah lingkungan. Fokus teknologi perusahaan juga mencakup pengembangan kemasan dengan bahan daur ulang, pengurangan berat plastik tanpa mengorbankan kekuatan produk, dan otomatisasi proses produksi untuk meningkatkan produktivitas.

Dynapack Asia memiliki lebih dari 35 fasilitas manufaktur yang tersebar di berbagai negara Asia, menjadikannya salah satu perusahaan terbesar di industri ini di kawasan Asia-Pasifik. Dengan ribuan karyawan, Dynapack Asia melayani kebutuhan pelanggan dari berbagai sektor dan negara. Skala operasinya yang luas memungkinkan perusahaan untuk memproduksi jutaan unit kemasan setiap tahunnya, dengan kapasitas produksi yang terus ditingkatkan untuk memenuhi permintaan pasar yang terus berkembang. Keberadaan regional yang kuat, dikombinasikan dengan kemampuan teknologi dan manajemen sumber daya yang unggul, menjadikan Dynapack Asia sebagai pemain kunci dalam industri kemasan plastik.

3.1.2 Sistem HR di Dynapack Asia

Dynapack Asia menggunakan sistem manajemen sumber daya manusia (HRMS) yang memadukan teknologi SAP untuk pengelolaan inti sumber daya manusia (SDM) dan aplikasi web internal berbasis Laravel, CodeIgniter (CI), serta MySQL seperti yang digambarkan di Gambar 3.1. SAP berperan penting dalam pengelolaan data karyawan, penggajian (payroll), dan manajemen waktu secara terpusat dengan memastikan standar keamanan yang tinggi. Sistem ini memungkinkan pengelolaan data dalam skala besar yang diperlukan untuk mendukung operasi bisnis Dynapack Asia yang luas di berbagai negara. Sementara itu, aplikasi berbasis Laravel dan CI menyediakan antarmuka yang lebih fleksibel dan mudah digunakan untuk mendukung kebutuhan operasional harian, termasuk fitur employee self-service (ESS) dan manager self-service (MSS) yang memungkinkan karyawan dan manajer untuk mengakses data,

mengajukan cuti, atau memantau kehadiran mereka secara mandiri melalui portal web.



Gambar 3.1 Diagram HRMS Dynapack Asia Saat Ini

Sistem ini memberikan efisiensi dalam pengelolaan data karyawan dengan menggabungkan kekuatan SAP yang stabil dan andal untuk pengolahan data dalam skala besar, dengan fleksibilitas aplikasi internal yang disesuaikan dengan kebutuhan perusahaan. SAP menawarkan kerangka kerja yang kuat untuk memastikan data yang diproses memenuhi standar compliance yang diperlukan, baik dalam hal penggajian maupun peraturan yang berlaku di negara-negara tempat Dynapack Asia beroperasi. Di sisi lain, aplikasi berbasis Laravel dan CI memungkinkan perusahaan untuk menyesuaikan fitur-fitur yang lebih spesifik, seperti formulir digital dan laporan manajerial dinamis yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan organisasi. MySQL sebagai basis data mendukung skalabilitas yang diperlukan seiring pertumbuhan perusahaan, memastikan pengolahan dan akses data yang cepat.

Namun, meskipun sistem ini cukup efisien dalam mendukung operasional dan pengelolaan data karyawan, terdapat beberapa kelemahan yang perlu mendapatkan perhatian lebih untuk memastikan keandalan, keamanan, serta efisiensi sistem dalam jangka panjang. Kelemahan-kelemahan ini muncul seiring dengan meningkatnya kompleksitas integrasi antar sistem, volume data yang terus bertambah, dan kebutuhan akan transparansi serta kontrol akses yang lebih baik. Beberapa permasalahan utama yang diidentifikasi antara lain sebagai berikut:

1. Kompleksitas Integrasi Antar Sistem

Salah satu kelemahan utama terletak pada proses integrasi antara SAP dan aplikasi internal. Perbedaan format data, protokol komunikasi, serta mekanisme pembaruan informasi antar platform menyebabkan sinkronisasi data menjadi rumit dan rentan terhadap keterlambatan. Hal ini dapat mengakibatkan ketidakkonsistenan informasi penting, seperti data absensi, jam kerja, dan penggajian. Sistem yang berjalan secara terpisah tanpa mekanisme sinkronisasi otomatis juga membuat audit data menjadi sulit dan memerlukan intervensi manual untuk memastikan validitas setiap perubahan. Untuk itu, dibutuhkan sistem pertukaran data yang lebih transparan, real-time, dan dapat diverifikasi antar platform tanpa bergantung pada proses sinkronisasi yang kompleks.

2. Risiko Sentralisasi Data dan Ketergantungan Server Tunggal

Sistem berbasis Laravel dan CodeIgniter (CI) yang menggunakan MySQL berpotensi menciptakan titik kegagalan tunggal (single point of failure). Ketika server pusat mengalami gangguan, seluruh sistem dapat berhenti beroperasi, menghambat akses terhadap data penting karyawan. Selain itu, sentralisasi data meningkatkan risiko kebocoran informasi jika server utama diretas atau mengalami kerusakan. Model penyimpanan seperti ini tidak memberikan redundansi dan transparansi

yang cukup terhadap perubahan data. Untuk mengatasi hal ini, diperlukan pendekatan penyimpanan dan distribusi data yang lebih aman, terdesentralisasi, dan dapat diakses dari berbagai node yang saling memverifikasi integritas data.

3. Ketergantungan pada Pemrosesan Manual

Proses integrasi data yang sebagian masih dilakukan secara manual menyebabkan inefisiensi operasional dan peningkatan risiko human error. Staf IT sering kali harus melakukan pengecekan dan penyesuaian data secara berkala agar sinkronisasi antar sistem tetap konsisten. Proses ini tidak hanya memakan waktu, tetapi juga menghambat kelancaran operasional, terutama pada organisasi dengan volume data yang besar. Diperlukan sistem otomatis yang mampu menjamin keakuratan data tanpa intervensi manusia secara terus-menerus, serta dapat mencatat setiap aktivitas perubahan untuk meningkatkan akuntabilitas.

4. Kelemahan dalam Pengelolaan Hak Akses dan Otorisasi

Sistem yang ada menghadapi tantangan dalam mengatur hak akses pengguna dengan berbagai tingkat otorisasi. Ketika jumlah pengguna dan volume data meningkat, pengaturan izin akses menjadi semakin kompleks dan sulit dikontrol. Hal ini berpotensi menyebabkan kebocoran informasi atau penyalahgunaan data jika tidak dikelola secara tepat. Solusi yang ideal adalah sistem dengan mekanisme otorisasi berbasis peran (role-based access) yang bersifat dinamis, di mana setiap aktivitas pengguna dapat diverifikasi dan tercatat secara otomatis tanpa bergantung pada sistem otentikasi tunggal.

5. Keterbatasan Skalabilitas dan Fleksibilitas Sistem

Pertumbuhan organisasi dan meningkatnya kebutuhan bisnis menuntut sistem yang mampu beradaptasi secara cepat. Namun, pengembangan fitur baru pada sistem saat ini sering kali memerlukan waktu lama karena harus memastikan kompatibilitas dengan SAP dan

database MySQL. Meskipun MySQL mendukung skalabilitas data dalam batas tertentu, struktur penyimpanan yang sentral menyebabkan keterbatasan dalam pengelolaan beban kerja tinggi dan perluasan modul. Untuk mendukung perkembangan jangka panjang, diperlukan arsitektur yang lebih fleksibel dan mampu menampung pertumbuhan data secara efisien, dengan performa yang tetap stabil meskipun jumlah transaksi meningkat.

Penerapan blockchain, khususnya blockchain terpermissioned seperti MultiChain, dapat memberikan solusi yang efektif untuk mengatasi banyak masalah ini. Dengan teknologi blockchain, data karyawan dapat didistribusikan dalam jaringan yang aman, terdesentralisasi, dan terverifikasi tanpa ketergantungan pada satu titik pusat. Blockchain dapat mengurangi risiko ketidakkonsistenan data dengan memastikan setiap perubahan tercatat dan diverifikasi oleh jaringan. Selain itu, teknologi ini menawarkan kontrol akses yang lebih terstruktur, di mana hanya pihak yang berwenang yang dapat mengakses dan mengubah data tertentu, yang dapat memperbaiki masalah pengelolaan hak akses yang kompleks. Dengan menggunakan blockchain, Dynapack Asia dapat meningkatkan keamanan, efisiensi, dan transparansi dalam pengelolaan data karyawan, sekaligus mengatasi tantangan skalabilitas dan integrasi sistem yang dihadapi saat ini.

3.2 Metode Penelitian

Metode penelitian ini bertujuan untuk merancang, mengembangkan, dan mengevaluasi aplikasi Human Resource Management System (HRMS) berbasis blockchain dengan memanfaatkan teknologi MultiChain sebagai infrastruktur blockchain dan Laravel sebagai framework pengembangan aplikasi web. Pendekatan ini dirancang untuk mengatasi kelemahan sistem HRMS tradisional dengan meningkatkan keamanan, transparansi, dan integritas data karyawan,

sambil tetap mempertahankan fleksibilitas dan kemudahan penggunaan yang sesuai dengan kebutuhan organisasi modern. Penelitian ini menggunakan Metode Agile, sebuah pendekatan pengembangan perangkat lunak yang adaptif dan iteratif, memungkinkan pengembangan aplikasi melalui siklus pengulangan (*iterations*) yang berfokus pada masukan dari pengguna secara terus-menerus. Dengan cara ini, solusi yang dihasilkan dapat secara dinamis disesuaikan dengan kebutuhan bisnis yang berubah atau spesifikasi teknis yang berkembang selama proses pengembangan.

3.2.1 Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dan kuantitatif untuk memperoleh pemahaman yang komprehensif terhadap pengembangan serta evaluasi sistem Human Resource Management System (HRMS) berbasis blockchain. Pendekatan kualitatif digunakan untuk menggali kebutuhan pengguna dan memahami konteks organisasi secara mendalam, sedangkan pendekatan kuantitatif diterapkan untuk mengukur kinerja sistem secara objektif melalui data numerik dan hasil pengujian terukur. Kombinasi kedua pendekatan ini memungkinkan peneliti untuk tidak hanya merancang sistem yang sesuai dengan kebutuhan pengguna, tetapi juga menilai efektivitasnya berdasarkan parameter teknis dan pengalaman pengguna.

Pendekatan kualitatif dilakukan melalui observasi, wawancara, dan studi literatur guna mengidentifikasi permasalahan pada sistem HR yang ada, termasuk kendala dalam keamanan data, integrasi sistem, serta efisiensi proses administrasi. Melalui pendekatan ini, diperoleh informasi empiris mengenai kebutuhan organisasi dalam pengelolaan data karyawan dan ekspektasi terhadap penerapan blockchain. Sementara itu, pendekatan kuantitatif digunakan pada tahap evaluasi sistem untuk mengukur kinerja API, waktu respon, dan ukuran data pada proses *create* dan *read* di jaringan MultiChain,

serta untuk menilai tingkat penerimaan pengguna melalui metode UAT, SUS, dan TAM.

Fokus utama penelitian ini adalah menciptakan sistem HRMS berbasis web yang aman, efisien, dan transparan, dengan dukungan teknologi blockchain yang mampu meningkatkan keandalan dalam pengelolaan data karyawan. Pendekatan kualitatif memastikan rancangan sistem relevan dengan kebutuhan organisasi, sedangkan pendekatan kuantitatif memberikan dasar analitis terhadap performa dan tingkat penerimaan pengguna. Melalui sinergi kedua metode ini, penelitian diharapkan mampu menghasilkan prototipe sistem yang tidak hanya berfungsi secara teknis, tetapi juga dapat diterapkan secara praktis di lingkungan organisasi skala menengah.

Pendekatan ini dilaksanakan melalui empat tahapan utama, yaitu:

1. Identifikasi Masalah, untuk memahami permasalahan dan kebutuhan organisasi melalui observasi serta wawancara.
2. Perancangan Solusi, untuk mengembangkan rancangan sistem menggunakan framework Laravel dan blockchain MultiChain.
3. Implementasi, untuk membangun dan mengintegrasikan sistem secara bertahap dengan pendekatan Agile.
4. Evaluasi dan Penyempurnaan, untuk menilai performa sistem melalui data kuantitatif dan menyesuaikannya berdasarkan umpan balik pengguna.

Dengan menggabungkan kedua pendekatan penelitian tersebut, hasil akhir yang diharapkan bukan hanya berupa sistem yang berfungsi secara efektif, tetapi juga memiliki tingkat penerimaan yang tinggi dari pengguna. Pendekatan ini memberikan landasan metodologis yang kuat dalam menilai baik aspek teknis maupun aspek pengalaman pengguna, sehingga sistem HR berbasis blockchain yang dihasilkan dapat mendukung transformasi digital organisasi secara berkelanjutan.

3.2.2 Pengembangan Sistem

Dalam pengembangan sistem HRMS berbasis MultiChain ini, proses dilakukan melalui tahapan iteratif yang melibatkan perencanaan, pengembangan, pengujian, dan evaluasi berulang pada setiap siklus. Setiap iterasi menghasilkan komponen fungsional yang dapat langsung diuji oleh pengguna, seperti modul pengelolaan data karyawan, proses otorisasi berbasis blockchain, atau fitur pelacakan aktivitas. Umpan balik dari pengguna kemudian digunakan sebagai dasar penyempurnaan sebelum berlanjut ke iterasi berikutnya. Dengan demikian, sistem dapat berkembang secara dinamis sesuai kebutuhan organisasi tanpa harus menunggu seluruh proyek selesai terlebih dahulu. Pendekatan ini memberikan efisiensi waktu, meningkatkan kualitas hasil, dan memperkuat keterlibatan pengguna selama proses pengembangan.

Tabel 3.1 Tabel Perbandingan Metode

Aspek	Agile	Waterfall	Iterative
Pendekatan	Incremental dan iteratif, fleksibel terhadap perubahan	Linear dan berurutan, sulit menyesuaikan perubahan	Incremental, fokus pada pengulangan per tahap
Fleksibilitas	Sangat fleksibel, memungkinkan perubahan kapan saja	Minim fleksibilitas setelah tahap perencanaan	Fleksibel, tetapi perubahan sering membutuhkan perbaikan ulang
Waktu & Feedback	Feedback diterima secara terus-menerus	Feedback diterima hanya setelah seluruh proyek selesai	Feedback diterima setelah setiap iterasi selesai

Aspek	Agile	Waterfall	Iterative
	pada setiap iterasi		
Keterlibatan Pemangku Kepentingan	Tinggi, kolaborasi berkelanjutan	Rendah, keterlibatan hanya di awal dan akhir proyek	Sedang, keterlibatan hanya pada akhir iterasi
Cocok untuk	Proyek yang kompleks dengan kebutuhan yang terus berubah	Proyek yang jelas dan tidak berubah selama pelaksanaan	Proyek dengan kebutuhan yang relatif stabil

Jika dibandingkan dengan metode lain seperti Waterfall dan Iterative seperti di Tabel 3.1, pendekatan Agile menawarkan keunggulan signifikan dalam fleksibilitas dan kolaborasi. Metode Waterfall bersifat linear dan berurutan, di mana setiap tahap harus diselesaikan sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya. Hal ini menyebabkan keterlambatan dalam mendeteksi kesalahan dan sulitnya melakukan penyesuaian terhadap perubahan kebutuhan pengguna di tengah proyek. Sementara itu, metode Iterative memang memiliki sifat pengulangan seperti Agile, namun setiap siklus biasanya membutuhkan perbaikan besar pada tahap sebelumnya, yang dapat menghambat efisiensi dan mengakibatkan peningkatan biaya pengembangan. Agile mengatasi kelemahan tersebut dengan menggabungkan fleksibilitas Iterative dan ketertiban Waterfall, namun tetap menjaga adaptivitas terhadap perubahan kebutuhan melalui pengembangan berbasis umpan balik langsung dari pengguna.

Berdasarkan pertimbangan tersebut, penelitian ini mengadopsi metode Agile sebagai kerangka kerja untuk mengembangkan sistem HRMS berbasis

MultiChain. Agile dipilih karena fleksibilitasnya yang tinggi dalam menangani perubahan kebutuhan pengguna dan peningkatan fitur secara berkelanjutan melalui pendekatan iteratif. Dibandingkan dengan metode lain seperti Waterfall yang cenderung kaku dan sulit menyesuaikan perubahan setelah tahap awal, atau Iterative yang memerlukan perbaikan ulang di setiap iterasi, Agile memungkinkan pengembangan dilakukan secara bertahap dengan feedback terus-menerus. Setiap iterasi dirancang untuk menghasilkan bagian sistem yang fungsional, sehingga dapat segera diuji, dievaluasi, dan disesuaikan. Pendekatan ini memastikan hasil yang lebih relevan dengan kebutuhan pengguna dan mengurangi risiko kegagalan di akhir proyek. Tahapan utama dalam metode Agile yang diterapkan adalah sebagai berikut:

1. Perencanaan Sprint

Tahap perencanaan sprint merupakan langkah awal di setiap iterasi, di mana tim menentukan cakupan pekerjaan berdasarkan kebutuhan pengguna. Aktivitas dimulai dengan mengidentifikasi kebutuhan melalui wawancara dan observasi terhadap pengguna, seperti karyawan dan manajer HR. Hasil identifikasi ini dituangkan dalam backlog yang berisi daftar fitur dan *user stories*. Contohnya adalah, “Karyawan dapat memperbarui data pribadi” dan “Manajer HR dapat memverifikasi log transaksi blockchain.” Prioritas fitur ditentukan berdasarkan tingkat urgensi dan dampaknya terhadap sistem, kemudian dipecah menjadi tugas-tugas teknis seperti implementasi autentikasi pengguna, integrasi dengan MultiChain API, dan pengelolaan database karyawan menggunakan Laravel. Sprint biasanya berlangsung dalam durasi 2–4 minggu, memberikan kerangka waktu yang jelas untuk pencapaian hasil.

2. Pengembangan Sprint

Pada tahap ini, pengembangan dilakukan berdasarkan backlog yang telah disusun. Tim mengimplementasikan modul seperti autentikasi pengguna, pengelolaan data karyawan, dan pencatatan hash data ke blockchain. Aktivitas ini melibatkan integrasi aplikasi dengan MultiChain API untuk memastikan setiap transaksi data dicatat. Laravel Framework digunakan sebagai tulang punggung pengembangan, memadukan logika backend yang kompleks dengan antarmuka pengguna yang mudah digunakan. Proses ini memastikan bahwa setiap fitur berfungsi sesuai kebutuhan teknis dan bisnis.

3. Daily Scrum

Selama sprint, tim pengembang melakukan pertemuan harian singkat untuk memastikan koordinasi dan mengidentifikasi kendala secara dini. Dalam pertemuan ini, setiap anggota tim melaporkan progres pekerjaan mereka, termasuk apa yang telah selesai, rencana untuk hari tersebut, serta hambatan yang dihadapi. Kendala teknis seperti integrasi API yang gagal atau kesulitan dalam pengelolaan database sering kali dibahas, sehingga langkah-langkah mitigasi dapat segera direncanakan. Daily Scrum memastikan komunikasi yang efektif dalam tim, menjaga produktivitas, dan mengurangi risiko keterlambatan dalam pengembangan.

4. Pengujian dan Integrasi

Setiap akhir sprint, pengujian menyeluruh dilakukan untuk memastikan stabilitas dan fungsionalitas sistem. Pengujian unit dilakukan untuk memastikan setiap komponen, seperti modul autentikasi dan pencatatan hash blockchain, berjalan sesuai spesifikasi. Pengujian integrasi menguji kompatibilitas modul, khususnya komunikasi antara Laravel dan MultiChain API. Selain itu, *User Acceptance Testing* (UAT) melibatkan pengguna akhir, seperti manajer

HR dan karyawan, untuk menguji fitur utama dalam lingkungan simulasi. Umpan balik dari pengguna digunakan untuk menyempurnakan modul sebelum diintegrasikan ke sistem utama.

5. Review dan Retrospective

Setelah setiap sprint selesai, evaluasi dilakukan dalam dua tahap: sprint review dan sprint retrospective. Dalam sprint review, hasil pengembangan seperti prototipe fitur atau modul baru ditampilkan kepada stakeholders untuk memastikan kesesuaian dengan kebutuhan pengguna. Sprint retrospective difokuskan pada evaluasi proses kerja, mengidentifikasi hal-hal yang berjalan baik dan area yang perlu ditingkatkan, seperti efisiensi pengembangan atau solusi untuk mengatasi hambatan teknis.

3.2.3 Evaluasi Sistem

Evaluasi sistem dilakukan untuk menjawab rumusan masalah penelitian dan memastikan bahwa sistem HR berbasis blockchain menggunakan MultiChain dapat memenuhi tujuan penelitian. Proses evaluasi ini bertujuan untuk menguji efektivitas sistem dalam menangani masalah utama yang ada pada sistem HR tradisional, termasuk aspek keamanan dan privasi data, kinerja dan kapasitas, serta tantangan integrasi dengan sistem HR yang sudah ada. Evaluasi difokuskan pada analisis kemampuan MultiChain dalam meningkatkan pengelolaan data karyawan dengan menambahkan lapisan keamanan yang lebih baik, meningkatkan kinerja dalam pengelolaan data dalam volume besar, dan memastikan kompatibilitas sistem dengan platform HR tradisional yang ada. Berikut adalah detail evaluasi yang dilakukan beserta teknik yang digunakan untuk mengujinya.

1. Keamanan dan Privasi Data Karyawan

Keamanan dan privasi data karyawan menjadi salah satu aspek utama yang perlu dievaluasi, terutama untuk memastikan bahwa penggunaan teknologi blockchain dapat memberikan perlindungan yang lebih baik dibandingkan dengan sistem berbasis database terpusat yang ada. Untuk itu, pengujian dilakukan melalui beberapa teknik, antara lain pengujian enkripsi, yang bertujuan untuk mengevaluasi kekuatan enkripsi data dalam blockchain agar data karyawan tetap terlindungi dari akses tidak sah. Dalam pengujian ini, white-box testing digunakan untuk memeriksa apakah data sensitif yang disimpan di blockchain dienkripsi dengan standar tinggi.

Selain itu, uji kontrol akses (role-based access control) dilakukan untuk memastikan hanya pengguna yang memiliki otorisasi yang tepat yang dapat mengakses atau mengubah data karyawan. Proses ini diuji dengan mensimulasikan berbagai peran pengguna dan memeriksa apakah hak akses diterapkan dengan benar. Terakhir, pengujian audit log digunakan untuk memastikan bahwa setiap perubahan data tercatat dengan baik dan dapat dilacak untuk menjaga transparansi dan integritas data. Penetration testing dilakukan untuk menguji apakah ada celah yang memungkinkan manipulasi data yang tidak terdeteksi dalam log.

2. Kinerja dan Kapasitas Pengelolaan Data

Kinerja dan kapasitas sistem untuk menangani volume data yang besar sangat penting bagi organisasi skala menengah seperti Dynapack Asia, yang memiliki data karyawan yang terus berkembang. Untuk mengevaluasi ini, dilakukan pengujian kecepatan **proses**, yang mengukur waktu respons sistem dalam berbagai skenario penggunaan, seperti pencarian data karyawan atau proses transaksi yang melibatkan blockchain. Dengan menggunakan Apache Bench, waktu akses dan

waktu transaksi dapat diuji untuk melihat apakah sistem cukup responsif.

Selain itu, pengujian beban (load testing) dilakukan untuk menguji kapasitas MultiChain dalam menangani jumlah transaksi yang besar secara bersamaan. Uji beban ini membantu untuk mengevaluasi bagaimana sistem menangani volume transaksi yang tinggi, yang sangat penting untuk memastikan sistem dapat berfungsi dengan baik saat ada banyak pengguna yang mengaksesnya secara bersamaan. Stress testing juga dilakukan untuk mengidentifikasi titik kegagalan sistem saat beban melebihi kapasitas normalnya, serta untuk mengukur seberapa baik sistem dapat mempertahankan kinerjanya dalam kondisi ekstrem.

3. Evaluasi Desain dan Solusi Integrasi MultiChain dengan Sistem HR Tradisional

Salah satu fokus utama penelitian ini adalah merancang integrasi MultiChain dengan sistem HR tradisional yang digunakan oleh Dynapack Asia, yaitu SAP dan aplikasi web berbasis Laravel dan MySQL. Evaluasi dilakukan untuk menilai sejauh mana desain arsitektur MultiChain mendukung integrasi yang efisien dan skalabel. Untuk mengukur keberhasilan desain integrasi, dilakukan *system integration testing* (SIT) menggunakan alat seperti Postman untuk menguji API yang menghubungkan MultiChain dengan sistem HR tradisional. Pengujian ini mengevaluasi kompatibilitas dan efisiensi komunikasi data antarplatform. Selain itu, dilakukan analisis arsitektur sistem untuk memastikan desain MultiChain mampu mendukung kebutuhan fungsional SAP dan aplikasi internal. Selanjutnya, dilakukan analisis biaya implementasi untuk menilai kelayakan ekonomi dari integrasi ini. Analisis mencakup biaya pengembangan, pelatihan pengguna, pemeliharaan sistem, serta potensi penghematan yang

diperoleh dari efisiensi operasional. Penilaian ini bertujuan memastikan bahwa desain integrasi yang diusulkan memberikan manfaat yang sebanding dengan investasi yang dikeluarkan. Terakhir, usability testing dilakukan untuk mengevaluasi kemudahan penggunaan sistem bagi pengembang dan pengguna akhir. Pengujian ini melibatkan survei dan wawancara dengan pengembang, manajer HR, serta pengguna lain untuk mendapatkan wawasan mengenai tantangan teknis dan operasional yang dihadapi dalam proses integrasi. Feedback yang diperoleh digunakan untuk menyempurnakan desain sistem dan meningkatkan pengalaman pengguna.

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Untuk mendukung pengembangan dan evaluasi aplikasi HRMS berbasis blockchain, penelitian ini menggunakan berbagai teknik pengumpulan data yang dirancang untuk menggali informasi yang mendalam tentang kebutuhan, tantangan, dan potensi solusi untuk pengelolaan data karyawan. Pendekatan ini melibatkan kombinasi studi literatur, wawancara dengan stakeholder kunci, observasi langsung terhadap sistem yang ada, dan eksperimen terhadap prototipe yang dikembangkan.

3.3.1 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk memberikan landasan teori yang kuat dan memahami berbagai penerapan teknologi blockchain dalam sistem HR. Fokus utama dalam studi ini meliputi kajian tentang keunggulan dan tantangan yang dihadapi oleh teknologi blockchain, serta bagaimana teknologi ini dapat digunakan untuk meningkatkan keamanan dan transparansi dalam pengelolaan data karyawan. Penelitian ini juga mengkaji framework *MultiChain*, sebuah platform blockchain yang mengadopsi model *permissioned blockchain*, yang

relevan untuk kebutuhan sistem HR, di mana kontrol akses yang lebih ketat dan kemampuan untuk mengelola transaksi di dalam jaringan tertutup sangat penting. Selain itu, framework Laravel juga dianalisis untuk memahami bagaimana integrasi Laravel dengan teknologi blockchain dapat membangun aplikasi web yang tangguh dan efisien. Penelitian terdahulu mengenai penerapan blockchain dalam HRMS juga dikaji untuk mendapatkan wawasan terkait solusi yang telah berhasil diimplementasikan dan menemukan celah yang bisa diisi dalam penelitian ini. Sumber-sumber yang digunakan meliputi jurnal ilmiah, prosiding konferensi, buku, serta dokumentasi teknis dari MultiChain dan Laravel.

3.3.2 Wawancara

Wawancara terstruktur dilakukan dengan berbagai stakeholder kunci untuk menggali kebutuhan fungsional dan teknis dalam pengelolaan data karyawan. Gabriel Pratama, selaku Manajer HR, menjadi salah satu responden utama untuk memahami tantangan manajerial yang dihadapi dalam pengelolaan data karyawan menggunakan sistem HR tradisional. Selain itu, wawancara juga dilakukan dengan anggota tim HR lainnya, seperti staf administrasi HR dan spesialis penggajian, untuk menggali kebutuhan operasional dan kendala teknis yang mereka alami dalam proses sehari-hari. Wawancara ini bertujuan mengidentifikasi fitur-fitur yang diharapkan dalam sistem HRMS yang baru, seperti kemudahan dalam pemantauan absensi, penggajian, dan pengelolaan cuti, serta tantangan yang terkait dengan keamanan dan efisiensi. Selain tim HR, wawancara dengan karyawan dilakukan untuk mendapatkan perspektif tentang pengalaman mereka dalam menggunakan sistem HR yang ada, serta mengidentifikasi kelemahan sistem tersebut, seperti keterbatasan aksesibilitas atau kurangnya transparansi dalam pengelolaan data pribadi. Pengembang sistem juga diwawancarai untuk mendapatkan masukan teknis tentang

bagaimana sistem berbasis blockchain dapat diimplementasikan dalam infrastruktur yang sudah ada dan tantangan yang mungkin timbul dalam integrasi teknologi baru ini.

3.3.3 Observasi

Observasi dilakukan untuk memahami secara langsung bagaimana data karyawan dikelola dalam sistem HR yang ada saat ini. Peneliti mengamati alur kerja dalam pengelolaan data karyawan, termasuk proses pendaftaran, pembaruan, dan penyimpanan data. Fokus pengamatan diarahkan pada tahap-tahap yang rawan terhadap kesalahan manusia atau manipulasi data, serta mencari potensi perbaikan yang bisa diterapkan dalam sistem HRMS berbasis blockchain. Observasi juga melibatkan pengamatan terhadap cara data sensitif disimpan dan dilindungi, serta sistem kontrol akses yang diterapkan untuk memastikan hanya pihak yang berwenang yang dapat mengakses data tersebut. Keamanan data yang buruk atau kontrol akses yang lemah dapat menambah kerentanannya terhadap ancaman eksternal. Selain itu, efisiensi sistem juga diamati dengan melihat waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan tugas administratif seperti pembuatan laporan atau verifikasi data karyawan, untuk menilai apakah ada peluang peningkatan yang bisa dicapai dengan sistem baru.

3.4 Perancangan Sistem

Perancangan sistem dalam penelitian ini dilakukan untuk menghasilkan aplikasi HRMS berbasis blockchain yang aman, efisien, dan terintegrasi dengan kebutuhan organisasi dalam pengelolaan data karyawan. Perancangan sistem ini dilakukan melalui beberapa tahapan utama yang melibatkan analisis kebutuhan, perancangan arsitektur sistem, desain antarmuka pengguna, serta integrasi dengan teknologi blockchain untuk memastikan keamanan dan transparansi data. Tahapan-tahapan

tersebut dirancang untuk memastikan bahwa aplikasi HRMS yang dikembangkan tidak hanya memenuhi kebutuhan fungsional, tetapi juga mempertimbangkan skalabilitas dan efisiensi dalam pengelolaan data karyawan yang besar.

3.4.1 Pemodelan Sistem

Pemodelan sistem dilakukan untuk menggambarkan struktur dan alur kerja aplikasi HRMS berbasis blockchain yang dirancang. Teknik pemodelan yang digunakan adalah Unified Modeling Language (UML), yang memberikan gambaran visual yang jelas tentang fungsi dan interaksi antar elemen dalam sistem. Pemodelan ini penting untuk memastikan bahwa aplikasi yang dikembangkan memiliki struktur yang terorganisir dan dapat diimplementasikan secara efisien. Berikut adalah jenis diagram UML yang digunakan dalam penelitian ini:

1. Use Case Diagram

Diagram ini digunakan untuk mengidentifikasi aktor dan fungsi utama dalam sistem. Aktor dalam sistem HRMS berbasis blockchain mencakup dua kategori utama:

1. Manajer HR: Bertanggung jawab untuk pengelolaan data karyawan, audit data, dan kontrol akses dalam sistem. Manajer HR juga memiliki hak untuk menyetujui atau menolak pembaruan data karyawan serta memonitor integritas data yang dicatat di blockchain.
2. Karyawan: Memiliki akses untuk memperbarui data pribadi mereka dan melihat riwayat pekerjaan yang tercatat di blockchain. Karyawan dapat mengubah data terkait dengan status pekerjaan, informasi kontak, atau pendidikan.

Fungsi utama dalam sistem HRMS berbasis blockchain meliputi:

- 1 Pendaftaran karyawan baru: Proses pencatatan data awal karyawan yang akan dicatat di blockchain untuk memastikan keaslian dan integritas data.
- 2 Pembaruan data karyawan: Proses pembaruan data yang dilakukan oleh karyawan atau manajer HR, yang dilacak dan dicatat dalam blockchain untuk keperluan audit dan keamanan.
- 3 Pengelolaan hak akses dan kontrol: Manajer HR mengelola siapa yang memiliki akses ke data karyawan, menentukan hak akses, dan memastikan bahwa hanya pihak yang berwenang yang dapat mengubah data.
- 4 Audit data di blockchain: Semua perubahan data dicatat dalam blockchain, memberikan lapisan transparansi dan keamanan bagi seluruh data yang dikelola.

2. Activity Diagram

Diagram ini menggambarkan alur aktivitas dalam sistem, memetakan bagaimana proses tertentu berjalan dalam sistem HRMS berbasis blockchain. Sebagai contoh, dalam proses pendaftaran karyawan, diagram ini akan menunjukkan langkah-langkah yang terlibat, mulai dari karyawan yang mengirimkan permintaan untuk mendaftar, manajer HR yang memvalidasi data, hingga sistem yang mencatat transaksi di blockchain dan memperbarui database. Aktivitas lainnya juga akan diilustrasikan, seperti pembaruan data oleh karyawan, yang melalui proses validasi, pencatatan transaksi, dan pembaruan data di blockchain.

3. Class Diagram

Diagram ini digunakan untuk menggambarkan struktur data dalam sistem dan hubungan antar entitas. Entitas yang terlibat dalam sistem HRMS berbasis blockchain antara lain:

6. Karyawan: Entitas ini menyimpan informasi penting seperti id_karyawan, nama, jabatan, dan tanggal_masuk. Setiap entitas Karyawan dihubungkan dengan data pribadi yang dikelola dalam sistem.
7. Blockchain Log: Menyimpan informasi terkait dengan transaksi yang tercatat di blockchain, seperti id_transaksi, data_hash, dan timestamp. Setiap pembaruan data atau transaksi yang terjadi akan tercatat dalam log blockchain untuk menjamin keaslian dan keamanan informasi yang ada. Diagram ini membantu untuk memahami hubungan antar entitas dalam sistem serta cara data dikaitkan dengan sistem blockchain.

3.4.2 Perancangan Data Blockchain

Perancangan data pada penelitian ini difokuskan untuk merancang struktur data karyawan yang akan disimpan langsung di dalam jaringan blockchain. Pendekatan ini dilakukan untuk menggantikan model penyimpanan konvensional berbasis tabel relasional yang selama ini digunakan dalam sistem HRMS tradisional. Dengan menyimpan data di blockchain, sistem diharapkan dapat meningkatkan keamanan, transparansi, dan integritas informasi karyawan, karena setiap data yang disimpan tidak dapat diubah tanpa meninggalkan jejak digital yang dapat diverifikasi. Proses perancangan ini juga bertujuan untuk memastikan bahwa struktur data yang digunakan efisien, terstandarisasi, dan

mudah diintegrasikan dengan aplikasi berbasis web yang dikembangkan menggunakan Laravel.

Blockchain bekerja dengan prinsip terdesentralisasi, di mana tidak ada satu entitas tunggal yang mengendalikan seluruh data di dalam jaringan. Pada MultiChain, setiap node dalam jaringan memiliki salinan lengkap dari rantai blok (*ledger*) dan berpartisipasi dalam proses validasi transaksi sesuai izin yang diberikan. Desentralisasi ini memastikan bahwa setiap perubahan data harus mendapatkan persetujuan dari node yang berwenang melalui mekanisme konsensus internal. Dengan demikian, tidak ada titik kegagalan tunggal (*single point of failure*), karena apabila satu node mengalami gangguan, data tetap dapat diverifikasi melalui node lainnya. Dalam konteks HRMS berbasis MultiChain, pendekatan ini memberikan jaminan bahwa data karyawan tidak bergantung pada satu server pusat, melainkan dijaga secara kolektif oleh beberapa node dalam jaringan yang memiliki otorisasi akses sesuai kebijakan organisasi.

Selain terdesentralisasi, jaringan MultiChain juga bersifat terdistribusi, di mana setiap node menyimpan salinan data yang identik dan diperbarui secara sinkron setiap kali terjadi transaksi baru. Ketika sebuah transaksi seperti pembuatan, pembaruan, atau pengambilan data karyawan dilakukan, MultiChain memastikan bahwa transaksi tersebut direplikasi ke seluruh node yang terhubung dan divalidasi menggunakan izin yang telah ditetapkan dalam konfigurasi jaringan. Mekanisme distribusi ini menjamin konsistensi data di seluruh jaringan serta mencegah terjadinya manipulasi atau perubahan yang tidak sah. Dalam sistem HRMS, sifat terdistribusi MultiChain memastikan bahwa setiap catatan perubahan data karyawan memiliki *jejak digital* yang dapat diaudit, transparan, dan terlindung dari modifikasi tanpa izin.

Struktur data dalam blockchain dirancang sedemikian rupa agar dapat merepresentasikan berbagai informasi penting karyawan, seperti identitas dasar, riwayat jabatan, status kepegawaian, dan log aktivitas. Setiap data karyawan

akan disimpan sebagai record atau transaksi blockchain, di mana setiap entri mencakup atribut-atribut penting seperti:

1. `Employee_ID`: Identitas unik yang menjadi kunci utama setiap karyawan.
2. `Personal_Data`: Informasi dasar seperti nama, tanggal masuk, dan jabatan, yang disimpan dalam format terenkripsi.
3. `Employment_Record`: Riwayat posisi, promosi, atau perubahan jabatan yang terjadi selama masa kerja.
4. `Transaction_Timestamp`: Waktu ketika data dicatat atau diperbarui di blockchain, berfungsi sebagai penanda kronologis.
5. `Data_Hash`: Nilai hash unik yang dihasilkan dari data karyawan untuk menjamin integritas dan keaslian data tersebut.

Setiap kali terjadi perubahan pada data karyawan—seperti pembaruan jabatan, perubahan status kepegawaian, atau koreksi informasi pribadi—sistem akan mencatat transaksi baru di blockchain. Hal ini memastikan bahwa versi sebelumnya tetap tersimpan dan dapat diakses sebagai riwayat audit yang permanen. Dengan demikian, blockchain tidak hanya menyimpan data akhir, tetapi juga seluruh sejarah perubahan yang terjadi, menciptakan jejak digital yang tidak dapat dimanipulasi.

Dalam implementasinya, penelitian ini menggunakan MultiChain sebagai platform blockchain yang mendukung penyimpanan data dalam format kunci-nilai (`key-value pairs`) dan mendukung izin akses terbatas (`permissioned blockchain`). Setiap node dalam jaringan akan berfungsi untuk memverifikasi transaksi yang terkait dengan data karyawan, memastikan bahwa hanya pihak yang berwenang (misalnya admin HR atau manajer) yang dapat menulis data baru ke blockchain. API dari MultiChain dimanfaatkan untuk mengirim dan mengambil data antara aplikasi web dan blockchain, menggantikan kebutuhan

akan tabel-tabel utama seperti *karyawan* dan *log transaksi* dalam database relasional.

Dengan pendekatan ini, sistem tidak lagi bergantung pada database terpusat, tetapi menggunakan blockchain sebagai media penyimpanan utama untuk data karyawan. Data menjadi lebih aman, transparan, dan dapat diverifikasi secara independen, sekaligus mengurangi risiko kehilangan atau manipulasi informasi akibat kesalahan teknis maupun serangan siber. Perancangan ini diharapkan dapat memberikan fondasi yang kuat bagi sistem HRMS yang berorientasi pada keamanan dan kepercayaan dalam pengelolaan data sumber daya manusia.

3.4.3 Integrasi MultiChain

Integrasi blockchain MultiChain dalam sistem HRMS bertujuan untuk meningkatkan tingkat keamanan dan transparansi dalam pengelolaan data karyawan. Penggunaan teknologi blockchain memastikan bahwa data sensitif yang disimpan dalam sistem tidak dapat dimanipulasi atau diakses oleh pihak yang tidak berwenang. Proses integrasi melibatkan beberapa tahapan teknis yang menghubungkan sistem HRMS dengan jaringan blockchain. Tahapan integrasi ini terdiri dari konfigurasi jaringan MultiChain, penyimpanan data ke blockchain, dan validasi integritas data untuk memastikan data karyawan tidak berubah tanpa izin.

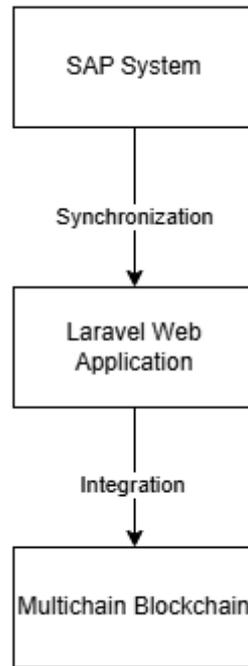
1. Konfigurasi Jaringan MultiChain

Tahapan pertama dalam integrasi blockchain adalah membangun jaringan permissioned di dalam MultiChain. Jaringan ini memberikan kontrol penuh kepada organisasi terkait siapa yang dapat mengakses data, baik untuk membaca maupun menulis. Jaringan permissioned ini hanya mengizinkan pihak yang berwenang, seperti manajer HR dan administrator, untuk melakukan

transaksi di blockchain, sehingga meningkatkan privasi dan mengurangi risiko kebocoran data. Selain itu, node dalam jaringan berfungsi sebagai validator transaksi, yang memastikan bahwa setiap transaksi yang tercatat di blockchain telah diverifikasi dan disetujui oleh pihak yang terpercaya sebelum disimpan.

2. Penyimpanan Data ke Blockchain

Data karyawan yang bersifat sensitif dan kritis, seperti informasi pribadi, riwayat pekerjaan, serta data administrasi SDM, pada implementasi akhir sistem ini disimpan secara langsung pada blockchain menggunakan framework MultiChain, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3.2. Berbeda dengan pendekatan awal yang hanya mencatat nilai hash sebagai representasi data, sistem ini menerapkan pencatatan data terstruktur dalam format JSON ke dalam stream blockchain melalui mekanisme JSON-RPC API. Setiap aktivitas pengelolaan data HR dicatat sebagai transaksi baru yang bersifat immutable, lengkap dengan metadata transaksi seperti waktu pencatatan dan alamat blockchain pengirim, sehingga membentuk *audit trail* yang transparan dan dapat ditelusuri. Pendekatan ini menghilangkan ketergantungan pada basis data terpusat sebagai penyimpanan utama dan memastikan integritas serta konsistensi data SDM dalam sistem terdistribusi.



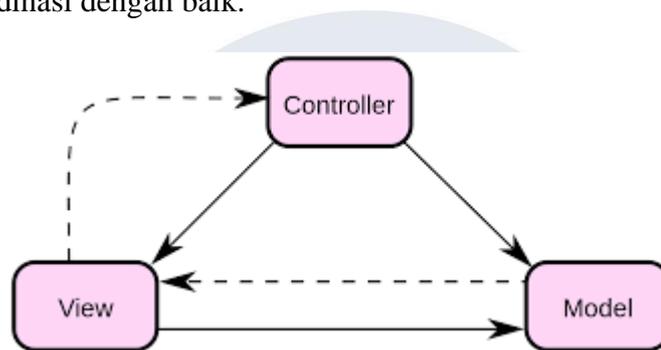
Gambar 3.2 Arsitektur Sistem HRMS Dynapack Asia dengan Integrasi MultiChain

3. Validasi Data

Setelah data disimpan dalam blockchain, sistem HRMS memverifikasi integritas data dengan mencocokkan hash yang tercatat di blockchain dengan hash yang dihasilkan oleh data yang ada dalam sistem. Proses ini memastikan bahwa data yang disimpan dalam database internal tidak berubah atau dimanipulasi tanpa izin. Jika ada perbedaan antara hash yang tercatat di blockchain dan hash yang dihasilkan oleh sistem, maka sistem akan mendeteksi adanya potensi manipulasi atau perubahan yang tidak sah. Validasi ini memberikan lapisan keamanan tambahan dan memungkinkan audit yang lebih transparan, di mana setiap perubahan dapat dilacak dan diperiksa dengan mudah melalui blockchain.

3.4.4 Arsitektur Sistem

Arsitektur sistem HRMS berbasis blockchain ini dirancang menggunakan pendekatan Model-View-Controller (MVC) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.3, yang memungkinkan pemisahan yang jelas antara logika aplikasi, pengelolaan data, dan antarmuka pengguna. Pendekatan ini bertujuan untuk mempermudah pengelolaan dan pengembangan sistem secara keseluruhan, sambil memastikan bahwa setiap komponen dapat berfungsi secara independen dan terkoordinasi dengan baik.



Gambar 3.3 Metode MVC

Model bertanggung jawab untuk mengelola data dan logika bisnis aplikasi. Dalam konteks sistem HRMS, model ini akan menangani pengelolaan data karyawan, seperti pendaftaran, pembaruan informasi pribadi, dan pencatatan transaksi yang berkaitan dengan perubahan data di blockchain. Model ini juga akan berinteraksi dengan database relasional menggunakan Laravel Eloquent ORM, serta mencatat hash data yang disimpan dalam blockchain untuk keperluan audit. Komponen ini sangat penting dalam memastikan integritas data dan keamanan, terutama dengan mengelola log transaksi yang terhubung ke blockchain, serta menyediakan akses yang efisien dan terstruktur ke data yang diperlukan oleh sistem.

View berfungsi sebagai antarmuka pengguna yang memungkinkan interaksi antara pengguna dengan sistem. Antarmuka ini dirancang menggunakan Laravel Blade Templating Engine yang memberikan fleksibilitas dalam membangun halaman web dinamis dan responsif. Beberapa tampilan utama dalam sistem ini

mencakup dashboard untuk manajer HR, portal untuk karyawan memperbarui data pribadi, serta audit log viewer untuk memverifikasi transaksi yang tercatat di blockchain. Desain antarmuka ini fokus pada kemudahan penggunaan, sehingga meminimalkan kesulitan bagi pengguna saat mengakses dan mengelola data. Penekanan pada kesederhanaan dan kejelasan juga memungkinkan pengguna untuk mengakses data dan laporan dengan mudah.

Controller bertanggung jawab untuk menghubungkan permintaan pengguna dengan logika bisnis dan pengolahan data yang terjadi di dalam model. Setiap interaksi pengguna, baik itu pendaftaran karyawan baru, pembaruan data, atau verifikasi transaksi blockchain, diproses melalui controller. Controller akan menerima input dari view, menjalankan logika bisnis yang diperlukan (misalnya, memvalidasi data, mengakses blockchain, atau memperbarui database), dan mengirimkan hasilnya kembali ke view untuk ditampilkan kepada pengguna. Proses ini mengoptimalkan alur kerja aplikasi dengan memastikan bahwa setiap komponen memiliki tugas yang jelas dan terpisah. Selain itu, controller juga akan menangani keamanan dan kontrol akses, mengarahkan pengguna ke bagian sistem yang sesuai berdasarkan hak akses mereka.

3.4.5 Alur Kerja Sistem

Alur kerja sistem HRMS berbasis blockchain ini dirancang untuk memastikan keamanan dan efisiensi dalam pengelolaan data karyawan. Setiap tahapan dalam proses pengelolaan data, mulai dari pendaftaran hingga audit, dilakukan dengan memanfaatkan database relasional untuk penyimpanan data dan blockchain untuk pencatatan transaksi.

1. Pendaftaran Karyawan Baru

Proses dimulai ketika manajer HR menginput data karyawan baru ke dalam sistem. Data yang dimasukkan meliputi informasi dasar seperti

nama, jabatan, alamat, dan tanggal mulai bekerja. Setelah data dimasukkan, sistem akan menyimpannya di database relasional menggunakan Laravel Eloquent ORM untuk memastikan pengelolaan data yang efisien. Selain itu, untuk memastikan integritas dan keamanan data, sistem juga akan menghasilkan hash dari data yang disimpan tersebut dan mencatatnya di blockchain melalui API MultiChain. Hash ini berfungsi sebagai referensi yang dapat digunakan untuk memverifikasi keaslian data di masa depan.

2. Pembaharuan Data Karyawan

Ketika seorang karyawan ingin memperbarui informasi pribadinya (misalnya, alamat atau nomor telepon), mereka mengirimkan permintaan pembaruan melalui portal karyawan. Sistem kemudian memvalidasi data yang dimasukkan dengan memeriksa kelengkapan dan kesesuaian data. Setelah data tervalidasi, sistem akan memperbarui informasi karyawan yang ada di database relasional. Selain itu, setiap perubahan data akan dicatat kembali ke dalam blockchain dengan menghasilkan hash baru yang menggambarkan perubahan tersebut. Proses ini memberikan lapisan keamanan ekstra, karena setiap perubahan pada data tercatat dengan jelas di blockchain, yang membuatnya tidak dapat diubah tanpa jejak.

3. Audit Data

Untuk memastikan transparansi dan integritas data, manajer HR dapat melakukan audit terhadap riwayat transaksi yang terkait dengan data karyawan. Melalui dashboard yang disediakan, manajer HR dapat memeriksa log transaksi yang mencatat setiap perubahan yang telah dilakukan pada data karyawan. Sistem menampilkan informasi detail mengenai transaksi tersebut, seperti ID transaksi, timestamp, dan hash data yang dicatat di blockchain. Dengan cara ini, manajer HR dapat

memverifikasi apakah data yang disimpan dan ditampilkan di database sesuai dengan yang tercatat di blockchain, memberikan jaminan keamanan dan transparansi dalam setiap perubahan data.

3.5 Teknik Pengujian

Untuk mendukung proses evaluasi sistem yang dikembangkan, penelitian ini berfokus pada tahapan pengujian yang dirancang untuk menilai tingkat keberterimaan dan kemudahan penggunaan aplikasi HRMS oleh pengguna. Pengujian dilakukan melalui dua metode utama, yaitu User Acceptance Testing (UAT) dan System Usability Scale (SUS). UAT digunakan untuk memastikan bahwa sistem telah berfungsi sesuai dengan kebutuhan dan ekspektasi pengguna akhir, sementara SUS digunakan untuk mengukur tingkat kegunaan serta pengalaman pengguna terhadap antarmuka dan interaksi dalam sistem. Melalui kedua metode ini, penelitian memperoleh data kuantitatif dan kualitatif yang dapat digunakan untuk menilai efektivitas, keandalan, serta kualitas keseluruhan sistem yang dikembangkan sebelum diimplementasikan secara penuh.

3.5.1 User Acceptance Testing (UAT)

Dalam penelitian ini, User Acceptance Testing (UAT) akan diimplementasikan sebagai tahap evaluasi akhir untuk memastikan bahwa sistem HRMS yang dikembangkan dapat berfungsi sesuai dengan kebutuhan pengguna dan memenuhi standar operasional yang diharapkan. Pengujian ini akan melibatkan sejumlah pengguna akhir yang terdiri dari pihak HR dan staf administrasi yang secara langsung berinteraksi dengan sistem. Mereka akan diminta untuk melakukan serangkaian skenario penggunaan, seperti pengelolaan data karyawan, pembaruan informasi, serta verifikasi data yang tersimpan di blockchain. Selama proses ini, peneliti akan mengamati respon pengguna, mencatat kendala yang muncul, dan mengumpulkan umpan balik terkait kemudahan penggunaan, kecepatan respon, serta kesesuaian fitur dengan

kebutuhan mereka. Hasil dari UAT ini akan digunakan untuk menilai sejauh mana sistem telah memenuhi kriteria penerimaan pengguna dan untuk menentukan perbaikan yang diperlukan sebelum sistem diimplementasikan secara penuh.

3.5.2 System Usability Scale (SUS)

Dalam penelitian ini, System Usability Scale (SUS) juga akan digunakan sebagai metode pengujian untuk menilai tingkat kegunaan (usability) dari sistem HRMS yang dikembangkan. Setelah pengguna melakukan pengujian sistem melalui UAT, mereka akan diminta untuk mengisi kuesioner SUS yang terdiri dari sepuluh pernyataan dengan skala penilaian lima poin, mulai dari *sangat tidak setuju* hingga *sangat setuju*. Kuesioner ini bertujuan untuk mengukur persepsi pengguna terhadap kemudahan penggunaan, kejelasan antarmuka, konsistensi fungsi, serta tingkat kepercayaan mereka dalam mengoperasikan sistem. Data yang diperoleh dari hasil SUS kemudian akan dihitung untuk menghasilkan skor kuantitatif yang mencerminkan tingkat kepuasan dan kenyamanan pengguna terhadap sistem. Skor tersebut akan menjadi indikator objektif dalam mengevaluasi kualitas antarmuka dan pengalaman pengguna, serta menjadi dasar dalam melakukan penyempurnaan desain agar sistem lebih intuitif dan mudah digunakan.

3.5.3 Technology Acceptance Model (TAM)

Dalam penelitian ini, Technology Acceptance Model (TAM) digunakan sebagai metode pengujian untuk menilai tingkat penerimaan pengguna terhadap sistem HRMS berbasis MultiChain yang dikembangkan. Setelah pengguna melakukan pengujian sistem melalui UAT, mereka akan diminta untuk mengisi kuesioner TAM yang terdiri dari sejumlah pernyataan dengan skala penilaian lima poin, mulai dari *sangat tidak setuju* hingga *sangat setuju*. Kuesioner ini dirancang untuk mengukur persepsi pengguna terhadap empat konstruk utama

dalam model TAM, yaitu *Perceived Usefulness (PU)*, *Perceived Ease of Use (PEOU)*, *Attitude Toward Using (ATU)*, dan *Behavioral Intention to Use (BI)*. Melalui pengukuran ini, penelitian bertujuan untuk mengetahui sejauh mana pengguna merasa sistem memberikan manfaat nyata, mudah digunakan, serta mendorong niat mereka untuk terus memanfaatkannya. Data hasil kuesioner kemudian akan dianalisis secara kuantitatif untuk menghasilkan skor rata-rata pada setiap konstruk, yang mencerminkan tingkat penerimaan dan kesiapan pengguna terhadap sistem. Nilai tersebut menjadi dasar dalam mengevaluasi keberhasilan implementasi sistem dari sudut pandang pengguna, sekaligus bahan pertimbangan dalam penyempurnaan antarmuka dan fitur agar sistem lebih adaptif terhadap kebutuhan operasional organisasi.

