

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Penelitian Terdahulu

Bagian ini bertujuan untuk menelaah penelitian-penelitian terdahulu yang membahas penerapan teknologi blockchain dalam pengelolaan sumber daya manusia (SDM) guna menjadi dasar dan pembanding bagi penelitian yang dilakukan. Pembahasan difokuskan pada fokus kajian, pendekatan penelitian, serta hasil yang dicapai, khususnya terkait aspek keamanan data, privasi, transparansi, dan efisiensi sistem HR berbasis blockchain. Seluruh ringkasan penelitian terdahulu disajikan dalam Tabel 2.1 untuk memudahkan perbandingan secara sistematis. Analisis terhadap penelitian-penelitian tersebut digunakan untuk menegaskan posisi penelitian ini serta menunjukkan celah penelitian yang belum banyak dikaji, terutama terkait implementasi blockchain terpermissioned berbasis MultiChain yang terintegrasi dengan sistem HR organisasi.



Tabel 2.1 Tabel Penelitian Terdahulu

Ref.	Penulis	Tahun	Jurnal	Edisi	Judul	Hasil
[49]	Gulshan Kumar, Rahul Saha, Manish Gupta, Tai Hoon Kim	2024	Heliyon	Volume 10, Issue 13	A blockchained framework for privacy information retrieval in human resource management	Penelitian ini mengusulkan framework blockchain BRON yang memungkinkan akses data privasi dalam pengelolaan sumber daya manusia (HRM). BRON berhasil mengurangi latensi sebesar 30% dan meningkatkan throughput sebesar 35% dibandingkan solusi blockchain yang ada.
[50]	Ardian Adhiatma	2022	Human Resources Management and Services	4(1)	Blockchain-based human resources management practices to support performance efficiency: A literature survey	Menyusun tren aplikasi blockchain dalam HRM, dengan fokus pada efisiensi proses rekrutmen dan seleksi serta pengelolaan data karyawan.
[51]	Siassiakos, K., Bompoti, F., Papaioannou,	2020	eLmL 2020: The Twelfth International Conference	-	Exploring Blockchain for Public Sector Recruitment	Membahas penerapan teknologi blockchain dalam proses rekrutmen sektor publik di Yunani, dengan tujuan meningkatkan transparansi, partisipasi, dan efisiensi dalam manajemen SDM publik.

Ref.	Penulis	Tahun	Jurnal	Edisi	Judul	Hasil
	T., Stagka, K., Zarafidis, P., Pavli, A.		on Mobile, Hybrid, and On-line Learning			
[52]	Chhetri, R.	2022	JAMK University of Applied Sciences	-	Implementation of blockchain technology into Human Resource Recruitment	Menyajikan analisis mengenai penerapan teknologi blockchain dalam rekrutmen SDM, dengan hasil yang menunjukkan pemecahan masalah seperti resume palsu, verifikasi kandidat yang lambat, dan ketergantungan pada pihak ketiga dalam proses rekrutmen.
[53]	Fachrunnisa, O., Hussain, F.	2020	International Journal of Engineering Business Management	-	Blockchain-based human resource management practices for mitigating skills and competencies gap in workforce	Penelitian ini mengembangkan kerangka kerja berbasis blockchain untuk mencocokkan kebutuhan perusahaan dan kompetensi tenaga kerja, yang membantu Pusat Pelatihan Korporat dalam menstandarisasi kompetensi serta memperbaiki kualitas kompetensi tenaga kerja di organisasi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan penerapan teknologi blockchain dalam pengelolaan sumber daya manusia (SDM) dengan menggunakan MultiChain sebagai framework blockchain terpermissioned, yang dirancang untuk meningkatkan keamanan, efisiensi, dan integrasi dalam sistem HR. Blockchain telah diakui sebagai solusi potensial untuk mengatasi tantangan dalam sistem HR tradisional, seperti risiko pelanggaran data, kurangnya transparansi, dan keterbatasan skalabilitas. Berdasarkan penelitian terdahulu, beragam pendekatan telah diambil, mulai dari peningkatan privasi data melalui kriptografi hingga penerapan sistem desentralisasi untuk mengurangi ketergantungan pada satu titik kegagalan. Kesamaan penelitian sebelumnya terletak pada fokus meningkatkan efisiensi dan keamanan, sementara perbedaannya terlihat dalam penggunaan teknologi dan konteks penerapan, seperti rekrutmen, pengelolaan data, atau pengembangan kompetensi. Penelitian ini mengadopsi elemen-elemen kunci seperti kontrol akses terstruktur dan efisiensi sistem dari studi terdahulu, sekaligus memanfaatkan fleksibilitas MultiChain untuk merancang sistem yang relevan dan mudah diintegrasikan ke dalam infrastruktur organisasi skala menengah.

Kesamaan utama yang ditemukan dari berbagai penelitian terdahulu yang ada di Tabel 2.1 adalah fokus pada peningkatan keamanan dan efisiensi dalam pengelolaan data HR menggunakan blockchain. Misalnya, penelitian Gulshan Kumar et al. (2024) [49] dan Fachrunnisa & Hussain (2020) [53] menunjukkan bagaimana blockchain mampu meningkatkan privasi dan mencocokkan kebutuhan tenaga kerja dengan kompetensi yang dimiliki. Kesamaan lainnya adalah penggunaan pendekatan desentralisasi dan kriptografi untuk mengurangi risiko manipulasi data, yang menjadi dasar penting dalam penelitian ini.

Namun, terdapat perbedaan signifikan dalam fokus dan penerapan masing-masing penelitian. Penelitian Kumar et al. [49] berfokus pada pengelolaan privasi data melalui framework blockchain dengan fitur Zero-Knowledge Proofs (ZKPs), sementara penelitian Fachrunnisa & Hussain [53] menekankan pada pengembangan

kompetensi tenaga kerja. Di sisi lain, penelitian Siassiakos et al. (2020) [51] mengeksplorasi transparansi dalam rekrutmen sektor publik, yang memberikan perspektif unik tetapi berbeda dari konteks sektor swasta yang menjadi fokus penelitian ini. Aspek yang diadopsi dari penelitian terdahulu adalah pentingnya penggunaan blockchain terpermissioned untuk keamanan data, seperti yang dibahas oleh Kumar et al. [49], serta efisiensi pengelolaan data HR, sebagaimana diungkapkan oleh Adhiatma (2022) [50]. Dalam penelitian ini, MultiChain dipilih karena kemampuannya mengintegrasikan blockchain dengan sistem HR tradisional secara lebih fleksibel dan hemat biaya dibandingkan framework blockchain lainnya. Fleksibilitas MultiChain memungkinkan integrasi yang lebih sederhana dengan infrastruktur organisasi yang ada, sebagaimana diidentifikasi sebagai tantangan dalam penelitian sebelumnya.

Meskipun berbagai penelitian terdahulu telah membahas penerapan blockchain dalam pengelolaan sumber daya manusia, masih terdapat celah penelitian yang signifikan, khususnya terkait implementasi blockchain terpermissioned yang berfokus pada aspek integrasi sistem, efisiensi biaya, dan kesesuaian dengan kebutuhan organisasi skala menengah. Sebagian besar studi sebelumnya cenderung menitikberatkan pada peningkatan privasi data, transparansi rekrutmen, atau pengembangan kompetensi secara konseptual, namun belum banyak yang mengkaji perancangan sistem yang dapat diimplementasikan secara praktis dan terintegrasi dengan sistem HR tradisional yang sudah ada. Penelitian ini mengisi celah tersebut dengan merancang dan mengkaji penerapan blockchain berbasis MultiChain yang menekankan pada kontrol akses terstruktur, kemudahan integrasi, serta efisiensi operasional. Penelitian ini memberikan kontribusi berupa model implementasi yang lebih aplikatif dan kontekstual, sekaligus memperluas pemahaman mengenai pemanfaatan blockchain dalam pengelolaan SDM pada lingkungan organisasi yang memiliki keterbatasan sumber daya dan infrastruktur.

2.2 Tinjauan Teori

Blockchain memiliki potensi besar dalam pengelolaan data karyawan, terutama dalam meningkatkan efisiensi, transparansi, dan keamanan [54]. Dalam sistem tradisional, data karyawan sering kali disimpan dalam database terpusat yang rentan terhadap serangan, manipulasi, dan kebocoran data. Sebagai teknologi terdesentralisasi, blockchain menghindari masalah ini dengan mendistribusikan data ke banyak node dalam jaringan, memastikan tidak ada titik kegagalan tunggal dan meningkatkan keamanan data. Selain itu, blockchain juga memungkinkan transaksi yang terverifikasi, di mana setiap transaksi dapat dilihat dan diaudit oleh seluruh jaringan, namun tetap terjaga privasinya [55]. Hal ini sangat penting dalam pengelolaan data karyawan, di mana integritas dan kerahasiaan informasi seperti riwayat pekerjaan, gaji, tunjangan, dan kinerja harus dijaga dengan ketat.

Dengan penerapan blockchain, setiap perubahan data karyawan dapat dilakukan dengan persetujuan mayoritas node melalui mekanisme konsensus, sehingga mengurangi risiko manipulasi data. Sistem ini memungkinkan kontrol akses yang lebih ketat, di mana hanya pihak yang berwenang yang dapat melihat atau mengubah data tertentu, memberikan privasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan sistem penyimpanan terpusat [56]. Blockchain juga mendukung otomatisasi melalui smart contracts, yang dapat mempercepat dan mempermudah proses pembayaran, rekrutmen, atau promosi karyawan, mengurangi kesalahan manusia dan penundaan yang sering terjadi dalam sistem tradisional [57]. Oleh karena itu, blockchain dapat menjadi solusi inovatif dalam meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi biaya administratif, dan memperbaiki pengalaman karyawan secara keseluruhan.

Dalam penerapan sistem berbasis blockchain, pengujian menjadi tahap penting untuk memastikan performa dan penerimaan sistem berjalan optimal. Teknik pengujian yang digunakan dalam penelitian ini meliputi pengujian kinerja dan pengujian pengguna. Pengujian kinerja dilakukan untuk menilai efisiensi sistem

dalam memproses data melalui pengukuran waktu respon dan ukuran data pada setiap permintaan API, baik untuk proses create maupun read di jaringan MultiChain. Sementara itu, pengujian pengguna dilakukan untuk menilai tingkat kemudahan dan penerimaan terhadap sistem melalui metode User Acceptance Testing (UAT), System Usability Scale (SUS), dan Technology Acceptance Model (TAM). Kombinasi kedua pendekatan ini memungkinkan evaluasi yang komprehensif, mencakup aspek teknis dan pengalaman pengguna, sehingga hasil penelitian dapat memberikan gambaran menyeluruh mengenai efektivitas dan kelayakan implementasi sistem HR berbasis blockchain.

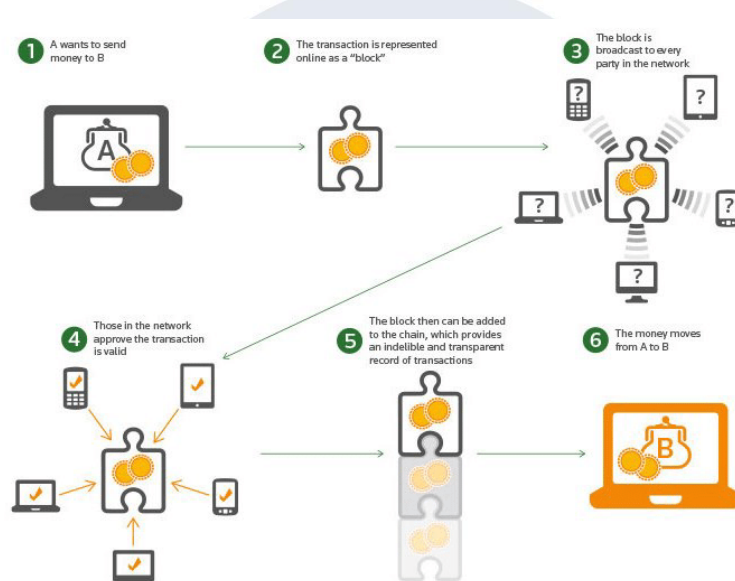
2.2.1 Blockchain

Blockchain pertama kali diperkenalkan pada tahun 2008 oleh seseorang dengan nama samaran Satoshi Nakamoto sebagai dasar untuk mata uang kripto Bitcoin. Tujuan utama dari blockchain adalah untuk menciptakan sistem transaksi yang aman, transparan, dan terdesentralisasi tanpa bergantung pada pihak ketiga seperti bank atau lembaga keuangan [58]. Dalam blockchain, transaksi dilakukan langsung antar pengguna dalam jaringan peer-to-peer, dengan verifikasi dan validasi dilakukan oleh berbagai node dalam sistem, yang membuatnya lebih efisien dan aman daripada sistem keuangan tradisional. Salah satu fitur utama dari blockchain adalah desentralisasi, di mana data tidak disimpan di satu lokasi terpusat, melainkan didistribusikan ke banyak node atau komputer yang terhubung dalam jaringan [59]. Hal ini memastikan bahwa tidak ada satu titik kegagalan tunggal yang dapat merusak integritas sistem. Setiap node dalam jaringan memiliki salinan lengkap dari data atau transaksi yang tercatat dalam blockchain, dan setiap perubahan data harus mendapat persetujuan mayoritas jaringan melalui mekanisme konsensus, yang membuatnya lebih aman dari manipulasi dan kesalahan.

Blockchain bekerja dengan cara mengelompokkan transaksi dalam blok yang saling terkait, membentuk sebuah rantai blok (blockchain). Setiap blok berisi informasi transaksi yang sudah diverifikasi dan dilindungi dengan enkripsi kriptografi. Setelah transaksi dalam blok diverifikasi oleh jaringan, blok tersebut ditambahkan ke dalam rantai yang sudah ada sebelumnya, membuat perubahan data sangat sulit dilakukan [60]. Jika seseorang mencoba mengubah informasi dalam salah satu blok, maka hash dari blok tersebut akan berubah, yang akan mengganggu integritas seluruh rantai, sehingga upaya manipulasi bisa terdeteksi dengan cepat [61]. Selain itu, blockchain menggunakan mekanisme konsensus untuk memastikan bahwa setiap transaksi yang dicatat di dalamnya sah dan valid. Ada beberapa mekanisme konsensus yang umum digunakan, seperti Proof of Work (PoW) dan Proof of Stake (PoS) [62]. PoW, yang digunakan oleh Bitcoin, mengharuskan node untuk memecahkan teka-teki matematis yang rumit untuk memverifikasi transaksi, sedangkan PoS, yang digunakan oleh Ethereum 2.0, mengandalkan jumlah cryptocurrency yang dipertaruhkan oleh node untuk menentukan siapa yang berhak memvalidasi transaksi [63]. Kedua mekanisme ini memastikan bahwa transaksi yang tercatat dalam blockchain dapat dipertanggungjawabkan dan tidak dapat diubah sembarangan.

Salah satu contoh cara kerja Blockchain di industri adalah proses pencatatan dan validasi transaksi digital yang dilakukan secara terdesentralisasi, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.1. Proses dimulai ketika suatu pihak melakukan transaksi, misalnya pengiriman data atau aset digital dari satu entitas ke entitas lain, yang kemudian direpresentasikan sebagai sebuah blok transaksi. Blok ini selanjutnya disiarkan ke seluruh node yang tergabung dalam jaringan blockchain untuk diverifikasi. Setiap node melakukan proses validasi berdasarkan aturan dan mekanisme konsensus yang telah ditetapkan untuk memastikan bahwa transaksi tersebut sah dan tidak melanggar ketentuan sistem. Setelah mayoritas node menyetujui keabsahan transaksi, blok tersebut

ditambahkan ke dalam rantai blok (blockchain) secara permanen dan saling terhubung dengan blok sebelumnya menggunakan hash kriptografi. Pencatatan ini bersifat transparan dan tidak dapat diubah (immutable), sehingga seluruh riwayat transaksi dapat ditelusuri dan diaudit. Dengan mekanisme tersebut, blockchain mampu menjamin integritas data, menghilangkan ketergantungan pada pihak terpusat, serta meningkatkan kepercayaan dalam berbagai proses industri yang memerlukan keamanan dan akuntabilitas tinggi.



Gambar 2.1 Cara Kerja Blockchain oleh fintech-review [64]

Salah satu keuntungan utama dari blockchain adalah transparansi. Setiap transaksi yang tercatat dalam blockchain dapat dilihat dan diaudit oleh semua anggota jaringan, memberikan tingkat transparansi yang lebih tinggi daripada sistem tradisional yang seringkali memiliki keterbatasan dalam hal pengawasan. Meskipun data transaksi terbuka untuk publik, privasi tetap terjaga karena informasi yang tercatat biasanya hanya berupa hash atau kode enkripsi yang tidak langsung mengungkapkan data pribadi penggunanya [65]. Blockchain juga menawarkan efisiensi operasional yang lebih baik dibandingkan dengan sistem terpusat. Dalam sistem tradisional, transaksi seringkali memerlukan pihak ketiga untuk memvalidasi dan mengesahkan, yang dapat

memakan waktu dan biaya. Blockchain, dengan sifatnya yang terdesentralisasi, mengurangi ketergantungan pada pihak ketiga dan memungkinkan transaksi dilakukan lebih cepat dan dengan biaya yang lebih rendah [66]. Hal ini menjadikannya sangat cocok untuk berbagai industri, dari keuangan hingga rantai pasokan dan kesehatan, di mana pengurangan biaya transaksi dan waktu pemrosesan sangat penting.

Berbagai industri kini telah mulai mengadopsi teknologi *blockchain* untuk meningkatkan transparansi, keamanan, dan efisiensi dalam pengelolaan data serta proses bisnis mereka. Dalam sektor keuangan, misalnya, lembaga seperti JPMorgan Chase mengembangkan platform *blockchain* bernama Quorum untuk mempercepat transaksi lintas negara dan meningkatkan keamanan antar lembaga keuangan. Di bidang *supply chain*, *blockchain* digunakan untuk melacak asal-usul dan pergerakan produk secara *real-time*, seperti yang dilakukan oleh IBM Food Trust yang memanfaatkan *Hyperledger Fabric* untuk menjamin *authenticity* dan keterlacakan produk dari produsen hingga konsumen. Sementara itu, di sektor kesehatan, platform seperti MediLedger digunakan untuk memverifikasi keaslian obat dan memastikan keamanan distribusi produk farmasi melalui sistem *blockchain* privat yang terenkripsi.

Selain itu, beberapa platform berbasis *Multichain* juga mulai digunakan dalam berbagai bidang. Misalnya, GovChain dan MyChain menggunakan *Multichain* untuk mendukung *digital governance* serta penyimpanan dokumen publik secara aman dan transparan. Dalam bidang keuangan, Chainzilla dan OmniBazaar memanfaatkan *Multichain* untuk menciptakan ekosistem transaksi terdesentralisasi yang lebih efisien dan dapat disesuaikan. Sedangkan di bidang pendidikan, proyek seperti EduCTX menggunakan *Multichain* untuk mengelola kredensial akademik dan sertifikasi digital yang terverifikasi. Dalam bidang pendidikan yang lebih luas, institusi seperti MIT telah menggunakan sistem *digital certificates* berbasis *blockchain* untuk menerbitkan ijazah elektronik

yang tidak dapat dipalsukan. Adapun di sektor pemerintahan, beberapa negara seperti Estonia menerapkan *blockchain* dalam sistem *identity management* nasional dan pencatatan dokumen publik untuk menjamin transparansi serta mencegah manipulasi data.

Seiring dengan perkembangan teknologi, *blockchain* tidak hanya digunakan dalam *cryptocurrency*, tetapi juga mulai diterapkan dalam berbagai sektor lainnya. Di sektor keuangan, *blockchain* telah digunakan untuk mempercepat transaksi lintas batas yang sebelumnya memakan waktu beberapa hari dan biaya yang tinggi, menjadi hanya beberapa detik dengan biaya yang jauh lebih rendah [67]. Di sektor logistik, *blockchain* meningkatkan transparansi rantai pasokan dengan memungkinkan pelacakan barang secara real-time [68]. Dalam sektor kesehatan, *blockchain* digunakan untuk mengamankan dan mengelola data pasien [69], sedangkan di sektor pemerintahan, teknologi ini digunakan untuk memastikan integritas pemilu dan pengelolaan dana public [70] .

2.2.2 MultiChain

MultiChain adalah framework *blockchain* yang dikembangkan oleh Coin Sciences Ltd. pada tahun 2015, dengan tujuan utama menghadirkan solusi *blockchain* permissioned yang fleksibel, aman, dan mudah disesuaikan dengan kebutuhan organisasi. Berbeda dengan *blockchain* publik seperti Bitcoin atau Ethereum, MultiChain memungkinkan pembentukan jaringan *blockchain* privat di mana akses ke data dan transaksi hanya diberikan kepada pihak yang berwenang. Fitur ini memberikan kontrol penuh atas hak akses, memungkinkan administrator untuk menentukan siapa yang dapat membaca, menulis, atau memvalidasi transaksi di dalam jaringan. Pendekatan ini sangat penting untuk sektor-sektor yang menuntut kerahasiaan dan kepatuhan tinggi terhadap regulasi, seperti sistem manajemen sumber daya manusia (HRMS), lembaga keuangan, serta rantai pasokan. Dengan desain permissioned-nya, MultiChain

mampu menjaga privasi data sensitif sekaligus memastikan transparansi dan keandalan antar pihak yang terlibat dalam jaringan.

Selain fokus pada keamanan dan privasi, MultiChain juga unggul dalam hal fleksibilitas, efisiensi, dan kemampuan integrasi. Platform ini memungkinkan pengguna untuk menyesuaikan hampir setiap aspek blockchain, mulai dari aturan konsensus, format data transaksi, hingga mekanisme kontrol akses sesuai kebutuhan bisnis. MultiChain juga dirancang untuk mendukung skalabilitas tinggi, mampu menangani volume transaksi besar dengan waktu blok yang lebih cepat dan biaya transaksi rendah, menjadikannya efisien untuk implementasi di organisasi dengan jumlah pengguna atau data yang besar. Tidak hanya itu, MultiChain dapat terintegrasi dengan sistem TI tradisional tanpa perlu mengganti infrastruktur yang sudah ada, sehingga perusahaan dapat mengadopsi teknologi blockchain secara bertahap. Dengan kombinasi keunggulan tersebut yakni kontrol akses granular, skalabilitas tinggi, efisiensi transaksi, dan kompatibilitas system MultiChain menjadi pilihan ideal untuk penerapan blockchain di berbagai sektor industri yang membutuhkan keamanan, privasi, dan efisiensi dalam pengelolaan data.

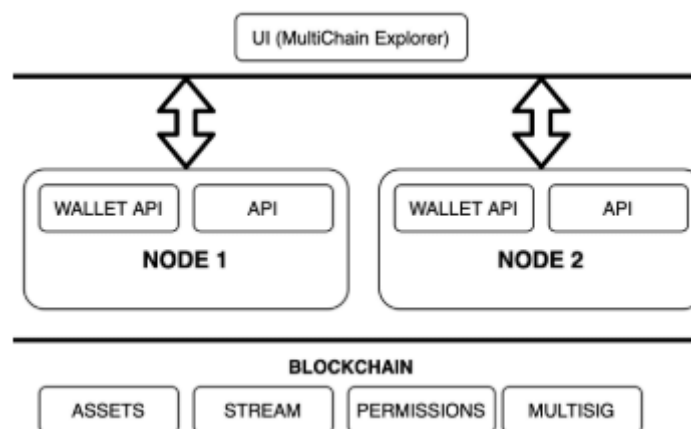
Salah satu keunggulan utama MultiChain terletak pada fleksibilitas dalam pengaturan konsensus dan kontrol akses yang sangat mendalam. Tidak seperti blockchain publik seperti Bitcoin dan Ethereum yang menggunakan mekanisme konsensus tetap berbasis Proof of Work (PoW) atau Proof of Stake (PoS), MultiChain memberikan kebebasan kepada organisasi untuk menyesuaikan mekanisme konsensus sesuai kebutuhan dan struktur operasional mereka. Pendekatan ini memungkinkan perusahaan atau lembaga untuk mengatur siapa yang memiliki hak untuk memvalidasi transaksi, menentukan aturan keterlibatan node, serta menetapkan tingkat otorisasi untuk setiap peserta jaringan. Dengan demikian, sistem ini mendukung terciptanya lingkungan blockchain yang lebih terkontrol, aman, dan sesuai dengan regulasi internal

organisasi, menjadikannya ideal untuk penerapan di sektor-sektor yang memerlukan privasi dan keandalan tinggi, seperti pemerintahan, keuangan, serta manajemen data karyawan.

Selain itu, MultiChain mendukung berbagai opsi mekanisme konsensus alternatif, termasuk Proof of Authority (PoA), di mana proses validasi transaksi dilakukan oleh validator yang telah diverifikasi dan dipercaya berdasarkan reputasi atau otoritasnya, bukan berdasarkan kekuatan komputasi atau jumlah token yang dimiliki. Pendekatan ini memberikan sejumlah keunggulan, seperti pengurangan konsumsi energi, peningkatan efisiensi transaksi, dan pengurangan waktu konfirmasi blok, sehingga sangat cocok untuk aplikasi berskala besar yang memerlukan kecepatan, keandalan, serta keamanan tinggi. Dengan mekanisme konsensus yang dapat disesuaikan ini, MultiChain tidak hanya mampu mengatasi keterbatasan blockchain publik dalam hal efisiensi, tetapi juga memungkinkan organisasi untuk membangun ekosistem blockchain yang stabil, hemat sumber daya, dan sesuai dengan kebutuhan bisnis yang dinamis.

Selain fleksibilitas konsensus, MultiChain juga unggul dalam hal kontrol akses dan privasi data. Platform ini mendukung jaringan permissioned, di mana hanya pihak yang memiliki otorisasi yang dapat berinteraksi dengan blockchain. Dengan fitur ini, MultiChain dapat mengatasi masalah yang sering dihadapi oleh framework blockchain lain seperti Ethereum dan Hyperledger Fabric, yang lebih berfokus pada blockchain publik atau bisnis besar. Dalam konteks organisasi skala menengah, MultiChain memberikan keunggulan dengan kemampuannya untuk menyesuaikan kebijakan privasi dan akses data, yang memastikan bahwa data sensitif dapat dikelola dengan lebih aman tanpa risiko kebocoran informasi atau manipulasi oleh pihak yang tidak berwenang [32].

Gambar 2.2 menggambarkan arsitektur dasar MultiChain yang dirancang untuk mendukung pengelolaan blockchain permissioned secara terkontrol dan terintegrasi. Pada arsitektur ini, setiap node dalam jaringan (Node 1 dan Node 2) dilengkapi dengan Wallet API dan API yang berfungsi sebagai antarmuka komunikasi antara aplikasi eksternal dan blockchain. Interaksi pengguna atau administrator dilakukan melalui antarmuka UI (MultiChain Explorer), yang memungkinkan pemantauan transaksi, aset, dan aktivitas blockchain secara visual tanpa harus berinteraksi langsung dengan sistem backend. Seluruh node terhubung pada satu jaringan blockchain yang menyediakan komponen inti seperti Assets, Streams, Permissions, dan Multisig, yang masing-masing berperan dalam pengelolaan data, pencatatan informasi terstruktur, pengaturan hak akses, serta mekanisme persetujuan bersama. Struktur ini menunjukkan bahwa MultiChain tidak hanya memisahkan lapisan aplikasi dan jaringan blockchain, tetapi juga menyediakan kontrol akses yang granular pada tingkat node dan pengguna. Dengan arsitektur tersebut, MultiChain memungkinkan organisasi untuk membangun sistem blockchain privat yang aman, terdistribusi, dan tetap mudah diintegrasikan dengan aplikasi bisnis, seperti sistem HR, tanpa mengorbankan privasi dan kendali operasional.



Gambar 2.2 Struktur Multichain

Dibandingkan dengan framework blockchain lainnya seperti Ethereum dan Hyperledger Fabric, MultiChain menawarkan solusi yang lebih ringan dan lebih mudah diimplementasikan untuk organisasi yang membutuhkan kontrol atas jaringan mereka tanpa membebani sumber daya operasional yang besar [14]. Ethereum, meskipun fleksibel dalam mendukung aplikasi terdesentralisasi (dApps) melalui smart contracts, sering kali mengalami masalah skalabilitas dan biaya transaksi yang tinggi, terutama selama periode penggunaan yang tinggi [71]. Hyperledger Fabric, di sisi lain, lebih cocok untuk perusahaan besar karena sifatnya yang lebih kompleks dan memerlukan infrastruktur yang lebih besar [72]. MultiChain, dengan desain modular dan sederhana, memberikan solusi yang lebih efisien dan hemat biaya, menjadikannya lebih cocok untuk organisasi skala menengah yang ingin memanfaatkan teknologi blockchain dengan cara yang lebih terkontrol dan terjangkau. Keunggulan-keunggulan ini membuat MultiChain menjadi pilihan ideal untuk bisnis yang ingin mengimplementasikan blockchain dengan fokus pada efisiensi, privasi, dan skalabilitas [36].

2.2.3 HR Management System

Human Resource Management System (HRMS) adalah sistem berbasis teknologi informasi yang digunakan untuk mengelola seluruh proses dan data yang berkaitan dengan sumber daya manusia dalam suatu organisasi. HRMS berfungsi sebagai platform terpusat yang menyatukan berbagai aktivitas administrasi kepegawaian, seperti pencatatan data karyawan, pengelolaan absensi, cuti, penggajian, hingga proses rekrutmen dan seleksi calon pegawai baru. Dengan sistem ini, perusahaan dapat menyimpan dan mengelola informasi karyawan secara digital, menggantikan cara manual yang memerlukan banyak waktu dan rentan terhadap kesalahan. HRMS juga membantu memastikan

kepatuhan terhadap kebijakan perusahaan dan regulasi ketenagakerjaan yang berlaku dengan menyediakan fitur audit dan pelacakan riwayat aktivitas.

Selain fungsi administratif, HRMS juga berperan strategis dalam pengembangan sumber daya manusia. Sistem ini menyediakan fitur analisis data yang dapat digunakan untuk menilai kinerja karyawan, mengidentifikasi kebutuhan pelatihan, serta merencanakan pengembangan karier secara lebih terarah. Dengan dukungan HRMS, manajemen dapat membuat keputusan berbasis data (*data-driven decision making*) dalam hal promosi, kompensasi, atau pengelolaan talenta. Integrasi antara fungsi HR, keuangan, dan operasional juga semakin mudah dilakukan, sehingga HRMS tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional tetapi juga membantu menciptakan lingkungan kerja yang transparan, produktif, dan selaras dengan tujuan strategis organisasi.

Sistem Manajemen Sumber Daya Manusia (HRMS) tradisional juga dibuat untuk mengatasi tantangan pengelolaan data karyawan yang semakin kompleks seiring dengan pertumbuhan organisasi. Sebelum adanya sistem berbasis perangkat lunak, banyak perusahaan mengandalkan pencatatan manual atau spreadsheet untuk mengelola informasi karyawan, yang memerlukan banyak waktu dan rentan terhadap kesalahan manusia. HRMS pertama kali diperkenalkan pada akhir 1960-an dan awal 1970-an, ketika teknologi komputer mulai berkembang dan perusahaan menyadari perlunya otomatisasi dalam pengelolaan data karyawan [73]. Pada masa ini, pengelolaan sumber daya manusia masih sangat terbatas pada fungsi-fungsi dasar seperti penggajian (*payroll*), pencatatan jam kerja, dan administrasi karyawan. Sistem HRMS generasi awal ini belum memiliki antarmuka yang ramah pengguna dan sering kali memerlukan operator khusus untuk menjalankannya. Meski demikian, penerapan komputer dalam proses manajemen kepegawaian menjadi tonggak penting dalam sejarah digitalisasi fungsi HR, karena mampu mengurangi beban kerja manual dan meningkatkan akurasi data.

Memasuki dekade 1980–1990-an, HRMS mulai berevolusi menjadi sistem yang lebih terintegrasi dengan hadirnya teknologi basis data relasional dan komputer pribadi (PC). Perusahaan mulai mengembangkan perangkat lunak HR yang tidak hanya mencatat data karyawan, tetapi juga mendukung fungsi-fungsi strategis seperti rekrutmen, pelatihan, evaluasi kinerja, dan manajemen kompensasi. Pergeseran ini menandai perubahan peran HRMS dari sekadar alat administratif menjadi sistem pendukung pengambilan keputusan yang lebih strategis. Selanjutnya, pada awal 2000-an, kemunculan teknologi cloud computing dan integrasi dengan Human Capital Management (HCM) semakin memperluas peran HRMS, menjadikannya platform digital yang mampu mengelola seluruh siklus hidup karyawan secara real-time dan terhubung lintas lokasi organisasi.

Sebagai contoh, salah satu HRMS tradisional yang masih digunakan hingga kini adalah SAP SuccessFactors, yang diperkenalkan pada tahun 2001 dan telah berkembang menjadi solusi komprehensif untuk pengelolaan sumber daya manusia dalam perusahaan [74]. HRMS tradisional seperti ini memungkinkan pengelolaan data karyawan, seperti biodata, absensi, gaji, dan tunjangan, dalam satu platform yang terintegrasi. Keberadaan HRMS di perusahaan besar bertujuan untuk menyederhanakan proses administratif, meningkatkan efisiensi, serta meminimalkan kesalahan yang sering terjadi pada proses manual. HRMS memungkinkan perusahaan untuk melakukan evaluasi kinerja secara sistematis, mengelola pelatihan, dan memastikan kepatuhan terhadap peraturan tenaga kerja yang berlaku.

Dalam implementasi modern, Human Resource Management System (HRMS) umumnya terdiri dari sejumlah modul standar yang dirancang untuk mencakup seluruh siklus manajemen sumber daya manusia. Modul pertama adalah Employee Information Management, yang berfungsi sebagai pusat data karyawan, menyimpan informasi pribadi, riwayat pekerjaan, kontrak, dan

jabatan secara terpusat. Selanjutnya, ada Payroll Management, modul penting yang mengotomatisasi proses penggajian, pemotongan pajak, tunjangan, serta integrasi dengan sistem keuangan perusahaan. Modul Attendance and Leave Management juga menjadi komponen utama, memungkinkan pencatatan absensi, pengaturan jadwal kerja, cuti, lembur, serta keterlambatan secara digital. Selain itu, Recruitment and Onboarding memfasilitasi proses rekrutmen mulai dari pengumuman lowongan, seleksi kandidat, hingga orientasi karyawan baru secara efisien dan terdokumentasi dengan baik.

Selain modul dasar tersebut, HRMS modern juga dilengkapi dengan fitur yang mendukung aspek pengembangan dan analisis karyawan. Performance Management membantu organisasi menilai kinerja karyawan melalui Key Performance Indicators (KPI), umpan balik, dan evaluasi periodik, sementara Training and Development mendukung perencanaan serta pelaksanaan program pelatihan untuk peningkatan kompetensi. Modul Compensation and Benefits mengatur struktur gaji, bonus, serta tunjangan berbasis jabatan atau kinerja. Di sisi strategis, Talent Management dan Succession Planning digunakan untuk mengidentifikasi, mengembangkan, dan mempertahankan talenta terbaik dalam organisasi. HRMS generasi terbaru juga sering dilengkapi dengan Analytics and Reporting, yang memungkinkan analisis data tenaga kerja secara mendalam, serta integrasi dengan teknologi seperti AI dan cloud computing untuk mendukung pengambilan keputusan berbasis data dan meningkatkan efisiensi operasional secara keseluruhan.

Human Resource Management System (HRMS) memberikan berbagai keunggulan yang signifikan bagi organisasi dalam mengelola sumber daya manusia secara efisien dan terintegrasi. Salah satu keunggulan utamanya adalah kemampuan untuk mengotomatisasi proses administratif seperti penggajian, absensi, dan manajemen data karyawan, sehingga mengurangi beban kerja manual dan meminimalkan risiko kesalahan manusia. HRMS juga

meningkatkan akurasi dan keamanan data dengan menyimpan seluruh informasi karyawan secara digital dalam satu sistem terpusat, yang memudahkan akses serta pembaruan data secara real-time. Selain itu, sistem ini mendukung pengambilan keputusan berbasis data (data-driven decision making) melalui fitur analitik dan pelaporan yang membantu manajemen dalam mengevaluasi kinerja, merencanakan kebutuhan tenaga kerja, serta mengidentifikasi peluang pengembangan karyawan. HRMS juga meningkatkan transparansi dan efisiensi komunikasi internal, memungkinkan karyawan untuk secara mandiri mengakses informasi pribadi, mengajukan cuti, atau memeriksa slip gaji tanpa harus melalui prosedur manual. Secara keseluruhan, penerapan HRMS membantu perusahaan menghemat waktu, menekan biaya operasional, serta menciptakan sistem manajemen SDM yang lebih strategis, modern, dan adaptif terhadap kebutuhan bisnis yang terus berkembang.

Namun, meskipun HRMS dapat mengatasi masalah pengelolaan data secara lebih efisien, sistem tradisional ini sering kali memiliki keterbatasan dalam hal skalabilitas, fleksibilitas, dan kemampuan untuk menangani data dalam jumlah besar yang terus berkembang. Selain itu, dengan meningkatnya ancaman terhadap data sensitif, seperti data pribadi karyawan yang diolah untuk gaji dan tunjangan, banyak organisasi mulai menyadari bahwa sistem terpusat berpotensi menjadi target serangan siber yang membahayakan integritas dan kerahasiaan informasi. Sebagai contoh, pada tahun 2013, serangan terhadap sistem penggajian Target menyebabkan kebocoran data pribadi lebih dari 40 juta karyawan dan pelanggan, mengungkapkan kerentanannya dalam sistem berbasis server terpusat [75].

Selain itu, HRMS tradisional cenderung kekurangan transparansi dalam pengelolaan data, karena semua informasi disimpan dan diproses di server terpusat yang dikelola oleh tim internal. Hal ini dapat menimbulkan kekhawatiran terkait dengan privasi dan keamanan data, terutama dalam

konteks pengelolaan informasi pribadi yang sangat sensitif, seperti catatan gaji dan kinerja. Perusahaan seperti IBM dan Workday mulai mengembangkan solusi HRMS berbasis cloud yang lebih fleksibel dan lebih mudah diakses, namun meskipun HRMS modern ini dapat menawarkan beberapa perbaikan, tantangan terkait dengan transparansi, kontrol akses, dan ketergantungan pada satu titik kegagalan tetap ada [76]. Untuk mengatasi masalah tersebut, teknologi seperti blockchain kini mulai diperkenalkan dalam sektor HR untuk memberikan solusi yang lebih aman, transparan, dan desentralisasi dalam pengelolaan data karyawan.

2.2.4 HR Dalam Blockchain

Pemanfaatan teknologi blockchain dalam bidang sumber daya manusia (Human Resource/HR) berkembang pesat seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan sistem yang transparan, aman, dan efisien dalam pengelolaan data karyawan. Dalam sistem HR tradisional, data karyawan biasanya tersimpan di server terpusat yang rentan terhadap manipulasi, kehilangan data, atau akses yang tidak sah. Blockchain menawarkan solusi desentralisasi dengan mencatat setiap transaksi atau perubahan data ke dalam blok yang terdistribusi di seluruh jaringan. Setiap perubahan hanya dapat dilakukan setelah disetujui melalui mekanisme konsensus, sehingga meningkatkan keandalan dan integritas data karyawan [77].

Salah satu manfaat utama blockchain dalam HR adalah peningkatan keamanan dan transparansi data personal karyawan. Riwayat pekerjaan, penilaian kinerja, serta catatan pelatihan dapat disimpan dalam rantai blok yang terenkripsi, sehingga hanya dapat diakses oleh pihak yang berwenang. Dengan demikian, organisasi dapat menghindari risiko pemalsuan dokumen atau perubahan data yang tidak sah. Teknologi ini juga mendukung *traceability*, di mana seluruh perubahan data dapat dilacak kembali ke sumbernya, memberikan

tingkat auditabilitas yang tinggi dan mempermudah proses verifikasi data selama rekrutmen maupun penilaian kinerja [78].

Beberapa perusahaan besar telah mengadopsi blockchain dalam proses HR mereka. IBM misalnya, mengembangkan sistem berbasis blockchain untuk memverifikasi identitas dan pengalaman kerja karyawan dengan lebih efisien. Data karyawan yang tersimpan di blockchain memungkinkan proses rekrutmen lintas negara berjalan lebih cepat tanpa harus melakukan verifikasi manual yang memakan waktu [79]. Accenture juga menguji penggunaan blockchain untuk mendukung *background check* dan manajemen sertifikasi karyawan, yang membantu mengurangi waktu validasi serta memastikan keaslian dokumen pelatihan dan sertifikat profesional [80]. Contoh lain datang dari Bitwage, perusahaan penggajian internasional yang menggunakan blockchain untuk melakukan pembayaran lintas negara secara real-time dengan biaya transaksi yang lebih rendah dibanding sistem perbankan tradisional [81].

Selain dalam verifikasi dan pembayaran, blockchain juga berpotensi besar dalam mendukung pengelolaan kontrak kerja dan proses administratif. Melalui penggunaan *smart contract*, berbagai aktivitas HR seperti pembuatan kontrak kerja, penilaian performa otomatis, dan persetujuan cuti dapat dijalankan secara mandiri berdasarkan kondisi yang telah ditentukan sebelumnya. Hal ini mengurangi keterlibatan pihak ketiga, mempercepat proses birokrasi, dan menurunkan potensi kesalahan manusia [82]. Implementasi *smart contract* di bidang HR juga membuka peluang bagi sistem HR yang lebih efisien, di mana kebijakan perusahaan dapat diterapkan secara otomatis dan transparan.

Penerapan blockchain dalam HR bukan hanya memberikan efisiensi teknis, tetapi juga membangun kepercayaan antara organisasi dan karyawan. Dengan data yang terenkripsi dan tidak mudah diubah, karyawan memiliki keyakinan lebih terhadap keamanan dan keadilan dalam pengelolaan informasi personal mereka. Bagi organisasi, sistem ini memberikan jaminan bahwa seluruh data karyawan dapat diverifikasi, diakses secara cepat, dan dikelola dengan

transparan [83]. Dengan potensi tersebut, blockchain dipandang sebagai salah satu inovasi teknologi yang mampu mentransformasi manajemen sumber daya manusia menuju sistem yang lebih aman, terdesentralisasi, dan berorientasi pada kepercayaan digital.

2.2.5 User Acceptance Testing

User Acceptance Testing (UAT) merupakan salah satu tahap penting dalam siklus pengembangan sistem yang bertujuan untuk memastikan bahwa sistem yang dibangun telah memenuhi kebutuhan dan harapan pengguna akhir. UAT dilakukan untuk memverifikasi bahwa sistem berfungsi sesuai dengan spesifikasi fungsional yang telah disepakati serta memberikan hasil yang sesuai dengan skenario penggunaan nyata. Pengujian ini biasanya dilakukan setelah tahap pengujian teknis, seperti unit testing, integration testing, dan system testing, telah selesai [84]. Dengan kata lain, UAT berfokus pada validasi dari perspektif pengguna, bukan semata-mata pada kinerja teknis sistem. Tujuan utamanya adalah memastikan bahwa sistem siap digunakan (ready for deployment) dalam lingkungan operasional sebenarnya.

Pelaksanaan UAT melibatkan pengguna akhir atau perwakilan dari pihak yang akan menggunakan sistem tersebut dalam kegiatan sehari-hari. Para pengguna ini berperan penting dalam mengidentifikasi apakah fungsi, tampilan, dan alur kerja sistem sudah sesuai dengan kebutuhan bisnis [85]. Dalam konteks penelitian ini, UAT dilakukan terhadap pengguna sistem Human Resource Management System (HRMS), seperti staf HR, karyawan, dan manajer. Melalui keterlibatan langsung pengguna, proses ini dapat mengungkapkan perbedaan antara rancangan sistem dan ekspektasi operasional di lapangan. Dengan demikian, UAT tidak hanya berfungsi sebagai proses verifikasi teknis, tetapi juga sebagai sarana validasi kebutuhan bisnis (business requirement validation) yang mendasari pengembangan sistem.

Proses pelaksanaan UAT umumnya dilakukan melalui penyusunan skenario atau *test case* yang menggambarkan kondisi nyata dalam penggunaan sistem. Setiap *test case* mencakup langkah-langkah penggunaan, data uji, hasil yang diharapkan, serta hasil aktual dari pengujian. Hasil pengujian kemudian dikategorikan menjadi dua: diterima (*accepted*) apabila sistem berfungsi sesuai harapan, atau ditolak (*rejected*) apabila masih terdapat kesalahan atau perbedaan hasil [86]. Dalam penelitian ini, *test case* UAT dapat mencakup fungsi utama HRMS seperti proses login, pengajuan cuti, manajemen data karyawan, dan fitur approval berbasis blockchain. Dokumentasi hasil UAT menjadi dasar dalam menentukan apakah sistem telah memenuhi kriteria kelayakan penggunaan.

Selain sebagai alat validasi, UAT juga berperan penting dalam meningkatkan kualitas sistem melalui umpan balik langsung dari pengguna. Keterlibatan pengguna dalam tahap akhir pengujian juga meningkatkan peluang keberhasilan implementasi sistem karena memberikan kesempatan untuk melakukan penyempurnaan sebelum sistem diluncurkan secara penuh. Umpan balik dari UAT sering kali digunakan untuk melakukan *fine-tuning* terhadap antarmuka pengguna, alur proses, maupun logika bisnis yang belum sepenuhnya sesuai dengan kebutuhan operasional [87]. Oleh karena itu, UAT dianggap sebagai mekanisme kolaboratif yang menghubungkan pengembang dan pengguna dalam mencapai kesesuaian antara rancangan sistem dan ekspektasi pengguna.

Dalam konteks sistem berbasis blockchain seperti HRMS yang dikembangkan pada penelitian ini, UAT memiliki peran strategis dalam menilai bagaimana teknologi baru seperti blockchain diterima dan dipahami oleh pengguna non-teknis [88]. Pengujian ini membantu memastikan bahwa integrasi antara sistem web dengan blockchain, seperti proses pencatatan data karyawan ke jaringan MultiChain, tetap mudah digunakan dan dapat dioperasikan tanpa hambatan berarti. Selain itu, hasil UAT juga menjadi dasar

untuk tahap evaluasi lebih lanjut, seperti pengujian *usability* menggunakan System Usability Scale (SUS) dan analisis penerimaan teknologi dengan Technology Acceptance Model (TAM). Dengan demikian, UAT tidak hanya berfungsi untuk memvalidasi fungsionalitas sistem, tetapi juga menjadi jembatan penting dalam menilai kesiapan pengguna terhadap adopsi teknologi baru yang diimplementasikan.

2.2.6 System Usability Scale

System Usability Scale (SUS) merupakan metode evaluasi yang digunakan untuk mengukur tingkat *usability* atau kemudahan penggunaan suatu sistem berdasarkan persepsi pengguna [89]. Metode ini memberikan penilaian kuantitatif terhadap pengalaman pengguna melalui seperangkat pertanyaan terstandar yang mencakup aspek kemudahan penggunaan, konsistensi antarmuka, kompleksitas sistem, serta kepercayaan diri pengguna saat berinteraksi dengan sistem. SUS banyak digunakan karena mampu memberikan hasil yang cepat, sederhana, namun tetap akurat dalam menilai persepsi pengguna terhadap sistem yang diuji [90].

Instrumen SUS terdiri dari sepuluh pernyataan yang masing-masing dinilai menggunakan skala Likert, biasanya dengan rentang nilai antara 1 (sangat tidak setuju) hingga 5 (sangat setuju). Pernyataan-pernyataan tersebut disusun secara bergantian antara kalimat positif dan negatif untuk menjaga objektivitas jawaban. Setelah seluruh pertanyaan dijawab, skor dari setiap item dikonversi ke dalam nilai standar, kemudian dijumlahkan dan dikalikan dengan faktor tertentu untuk menghasilkan skor akhir dengan rentang antara 0 hingga 100 [91]. Skor ini mencerminkan tingkat kemudahan penggunaan sistem, di mana semakin tinggi nilainya, semakin baik tingkat *usability* yang dirasakan pengguna.

Penggunaan SUS tidak hanya berfungsi sebagai alat pengukuran numerik, tetapi juga sebagai sarana untuk memahami persepsi dan pengalaman pengguna terhadap sistem secara keseluruhan. Hasil evaluasi dapat menunjukkan apakah sistem dianggap intuitif, mudah dipelajari, dan efisien untuk digunakan. Dengan demikian, SUS membantu pengembang dalam mengidentifikasi bagian sistem yang memerlukan penyempurnaan, baik dari sisi desain antarmuka maupun interaksi pengguna [92]. Hal ini menjadi penting dalam memastikan bahwa sistem tidak hanya berfungsi dengan benar, tetapi juga memberikan kenyamanan dan kepuasan bagi pengguna akhir.

Dalam konteks penelitian sistem HR berbasis blockchain, metode SUS digunakan untuk menilai sejauh mana integrasi teknologi baru ini dapat diterima dan digunakan dengan mudah oleh pengguna non-teknis. Karena sistem yang terhubung dengan jaringan blockchain memiliki mekanisme yang berbeda dari sistem tradisional, pengujian *usability* menjadi penting untuk memastikan bahwa fitur seperti pencatatan data, verifikasi transaksi, dan akses informasi tetap mudah dioperasikan [93]. Melalui SUS, dapat diperoleh gambaran yang jelas tentang tingkat kemudahan dan kejelasan sistem dari perspektif pengguna yang terlibat langsung.

Hasil pengujian SUS kemudian digunakan untuk menentukan tingkat kelayakan sistem dalam hal kenyamanan dan efisiensi penggunaan. Skor yang diperoleh dapat dikategorikan ke dalam tingkat kualitas, mulai dari buruk hingga sangat baik, berdasarkan rentang nilai tertentu. Nilai ini dapat dijadikan indikator apakah sistem siap untuk digunakan secara luas atau masih memerlukan perbaikan lebih lanjut [94]. Dengan demikian, penerapan SUS memberikan landasan yang kuat untuk meningkatkan pengalaman pengguna sekaligus mendukung keberhasilan implementasi sistem HR berbasis blockchain dalam lingkungan organisasi.

2.2.7 Technology Acceptance Model

Technology Acceptance Model (TAM) merupakan kerangka teoritis yang digunakan untuk memahami dan menjelaskan faktor-faktor yang memengaruhi penerimaan pengguna terhadap suatu teknologi. Model ini berasumsi bahwa keputusan seseorang untuk menggunakan sistem baru dipengaruhi oleh keyakinan terhadap manfaat dan kemudahan penggunaan teknologi tersebut. Dengan kata lain, TAM membantu menjelaskan sejauh mana pengguna merasa teknologi memberikan nilai tambah dan sejauh mana mereka merasa nyaman dalam mengoperasikannya [95]. Model ini banyak digunakan dalam penelitian sistem informasi untuk mengukur tingkat penerimaan dan kesiapan pengguna terhadap inovasi teknologi.

TAM terdiri dari beberapa konstruk utama, yaitu *Perceived Usefulness (PU)*, *Perceived Ease of Use (PEOU)*, *Attitude Toward Using (ATU)*, dan *Behavioral Intention to Use (BI)*. *Perceived Usefulness* menggambarkan sejauh mana pengguna percaya bahwa teknologi akan meningkatkan kinerja mereka, sedangkan *Perceived Ease of Use* berkaitan dengan tingkat kemudahan dalam mempelajari dan menggunakan sistem. Kedua konstruk ini berpengaruh terhadap sikap pengguna (*Attitude Toward Using*), yang pada akhirnya memengaruhi niat pengguna untuk terus menggunakan teknologi tersebut (*Behavioral Intention to Use*) [96]. Hubungan antar konstruk ini mencerminkan proses psikologis pengguna dalam menerima dan mengadopsi teknologi baru.

Dalam penerapannya, pengukuran TAM biasanya dilakukan menggunakan kuesioner dengan skala Likert untuk menilai sejauh mana pengguna setuju atau tidak setuju terhadap pernyataan yang berkaitan dengan masing-masing konstruk. Setiap konstruk diwakili oleh beberapa indikator yang menggambarkan persepsi dan sikap pengguna. Hasil penilaian kemudian dianalisis untuk menentukan rata-rata skor pada setiap konstruk dan diinterpretasikan dalam kategori tertentu, seperti sangat baik, baik, cukup, atau

kurang [97]. Melalui analisis ini, dapat dinilai seberapa besar kemungkinan pengguna menerima dan menggunakan sistem yang dikembangkan.

Dalam konteks penelitian sistem HR berbasis blockchain, TAM digunakan untuk menilai sejauh mana pengguna merasa sistem tersebut bermanfaat, mudah digunakan, dan layak untuk diadopsi secara berkelanjutan. Karena integrasi teknologi blockchain merupakan hal baru bagi sebagian besar pengguna, pemahaman terhadap faktor penerimaan menjadi penting untuk memastikan keberhasilan implementasi sistem. Melalui TAM, dapat diketahui apakah pengguna menilai sistem berbasis MultiChain ini benar-benar meningkatkan efisiensi kerja, mempermudah proses administrasi, dan memberikan kepercayaan terhadap keamanan data karyawan [98].

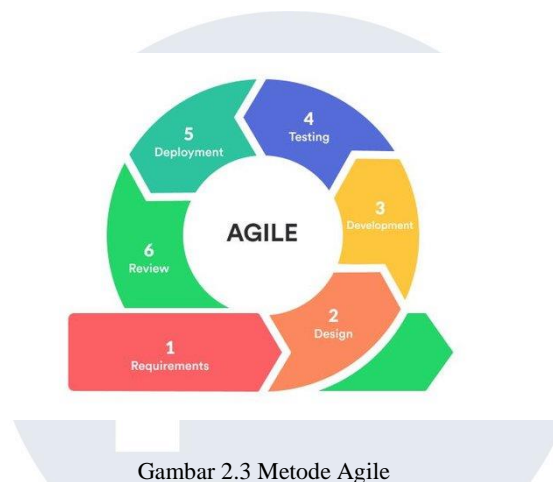
Hasil evaluasi berdasarkan model TAM memberikan gambaran menyeluruh mengenai kesiapan pengguna dalam menerima sistem baru. Jika nilai rata-rata dari seluruh konstruk menunjukkan hasil yang tinggi, hal ini menandakan bahwa sistem diterima dengan baik dan memiliki potensi besar untuk diimplementasikan secara luas. Sebaliknya, jika hasil menunjukkan nilai rendah pada konstruk tertentu, seperti kemudahan penggunaan atau sikap terhadap sistem, maka hal tersebut menjadi dasar untuk melakukan perbaikan lebih lanjut [99]. Dengan demikian, TAM berfungsi tidak hanya sebagai alat ukur penerimaan teknologi, tetapi juga sebagai panduan dalam meningkatkan kualitas sistem agar lebih sesuai dengan kebutuhan dan ekspektasi pengguna.

2.3 Tools dan Framework Pengembangan Sistem

2.3.1 Metode Agile

Metode Agile adalah pendekatan dalam pengembangan perangkat lunak yang berfokus pada fleksibilitas, iterasi, dan umpan balik yang cepat untuk mengadaptasi perubahan dengan efisien. Dikenalkan pertama kali pada tahun 2001 melalui Manifesto Agile, metode ini menekankan pada kolaborasi antara

tim pengembang dan pemangku kepentingan, serta memberikan hasil yang dapat diadaptasi dengan perubahan kebutuhan. Berbeda dengan metode tradisional seperti Waterfall, yang lebih kaku dan berurutan, Agile lebih menekankan pada pengembangan secara bertahap dan inkremental, memungkinkan sistem berkembang melalui siklus-siklus pendek yang disebut Sprint [100]. Tahap-tahapan dari metode Agile ini ditunjukkan pada Gambar 2.3 dibawah.



Gambar 2.3 Metode Agile

Tahap pertama dalam metode Agile adalah Perencanaan Sprint. Pada tahap ini, tim dan pemangku kepentingan bertemu untuk mendiskusikan dan merencanakan pekerjaan yang akan dilakukan selama satu Sprint (biasanya berlangsung selama dua hingga empat minggu). Tim akan menetapkan prioritas dan tujuan untuk Sprint tersebut, mengidentifikasi item-item pekerjaan (disebut user stories) yang akan diselesaikan, dan mengalokasikan tugas sesuai kemampuan dan sumber daya yang ada. Proses ini mencakup pemahaman yang jelas mengenai apa yang harus dicapai, sehingga setiap anggota tim memiliki pemahaman yang sama mengenai apa yang diharapkan dalam periode Sprint tersebut.

Setelah perencanaan selesai, tim mulai mengerjakan pembangunan selama Sprint. Dalam tahap ini, pengembang akan bekerja untuk menyelesaikan tugas yang sudah didefinisikan pada tahap perencanaan. Pengembangan dilakukan

secara kolaboratif dan inkremental, artinya setiap bagian kecil dari sistem yang dibangun akan diuji dan diperbaiki dalam waktu yang lebih singkat. Penggunaan continuous integration dan continuous delivery (CI/CD) memungkinkan kode yang baru ditambahkan dapat segera diintegrasikan dan diuji dalam sistem yang ada tanpa mengganggu stabilitas proyek secara keseluruhan [101].

Setiap hari, tim akan mengadakan pertemuan singkat yang disebut Daily Standup atau Daily Scrum. Pertemuan ini bertujuan untuk memantau perkembangan proyek dan memecahkan hambatan yang muncul selama Sprint. Setiap anggota tim menjawab tiga pertanyaan utama: (1) Apa yang telah dikerjakan sejak pertemuan terakhir? (2) Apa yang akan dikerjakan hari ini? (3) Apakah ada kendala atau hambatan yang menghalangi pekerjaan? Dengan pertemuan yang singkat dan terfokus ini, tim dapat segera mengetahui masalah yang dihadapi dan berkoordinasi untuk mencari solusi.

Selama pengembangan, pengujian dilakukan secara terintegrasi dalam setiap fase. Setiap fitur atau bagian dari sistem yang dikembangkan diuji secara berkala melalui unit testing, integration testing, dan user acceptance testing (UAT). Pengujian ini penting untuk memastikan bahwa sistem berjalan sesuai harapan dan memenuhi kebutuhan pengguna. Setelah pengujian, umpan balik dikumpulkan baik dari tim internal maupun pemangku kepentingan eksternal untuk menilai apakah fitur tersebut bekerja dengan baik dan apakah ada perubahan yang perlu dilakukan. Proses ini memungkinkan tim untuk mendeteksi dan memperbaiki masalah sejak dini, mengurangi risiko kesalahan di kemudian hari [102].

Setelah Sprint selesai, tim akan mengadakan pertemuan Sprint Review. Di sini, hasil yang telah dicapai selama Sprint akan dipresentasikan kepada pemangku kepentingan untuk dievaluasi. Hasil yang sudah selesai (biasanya berupa produk atau fitur yang dapat digunakan) akan diperiksa dan diuji oleh

pengguna atau pemangku kepentingan untuk memastikan bahwa produk akhir sesuai dengan yang diinginkan. Sprint Review berfungsi sebagai evaluasi untuk melihat apakah tujuan yang ditetapkan pada awal Sprint telah tercapai dan memberikan kesempatan untuk mendapatkan umpan balik dari pemangku kepentingan mengenai perbaikan atau perubahan yang perlu dilakukan di Sprint berikutnya.

Setelah Sprint Review, tim melanjutkan dengan Sprint Retrospective, yang bertujuan untuk mengevaluasi bagaimana proses pengembangan selama Sprint berlangsung. Pada tahap ini, tim akan merefleksikan apa yang berjalan dengan baik, apa yang bisa diperbaiki, dan apa yang harus diperbaiki untuk Sprint berikutnya. Tim mengevaluasi komunikasi, metode kerja, dan alur kerja yang digunakan, serta mengidentifikasi area yang dapat ditingkatkan untuk meningkatkan efektivitas tim di Sprint mendatang. Retrospective ini sangat penting untuk meningkatkan kinerja tim secara terus-menerus dan memastikan proses pengembangan menjadi lebih efisien di setiap iterasi [103].

Setelah evaluasi pada Sprint Retrospective, perbaikan dan perubahan akan diterapkan pada Sprint berikutnya. Salah satu prinsip utama Agile adalah perbaikan berkelanjutan. Tim selalu berusaha untuk memperbaiki proses, mengurangi hambatan, dan meningkatkan kualitas produk. Dengan iterasi berulang, tim dapat membuat kemajuan yang lebih stabil dan berkelanjutan, sembari memprioritaskan penyesuaian berdasarkan umpan balik yang diterima pada Sprint sebelumnya. Metode Agile menawarkan banyak manfaat, terutama dalam pengembangan sistem yang dinamis dan membutuhkan penyesuaian cepat, seperti dalam pengembangan sistem HR berbasis blockchain. Agile memungkinkan pengembangan yang fleksibel dan beradaptasi dengan perubahan kebutuhan organisasi, memberikan waktu respons cepat terhadap umpan balik pengguna, dan meningkatkan kualitas produk melalui pengujian berkelanjutan [104].

2.3.2 Laravel

Laravel adalah framework PHP open-source yang dirancang untuk mempermudah pengembangan aplikasi web. Dikembangkan oleh Taylor Otwell pada tahun 2011, Laravel menawarkan berbagai fitur canggih dan kemudahan dalam pengembangan web, menjadikannya salah satu framework PHP paling populer saat ini. Laravel mengadopsi pola arsitektur MVC (Model-View-Controller), yang memisahkan logika aplikasi dari tampilan antarmuka pengguna, sehingga memudahkan pengelolaan dan pengembangan aplikasi yang skalabel dan terstruktur dengan baik [105]. Dengan menggunakan Laravel, pengembang dapat lebih fokus pada pengembangan fungsionalitas aplikasi daripada menghabiskan waktu untuk menulis kode yang berulang.

Salah satu fitur utama Laravel adalah Eloquent ORM (Object Relational Mapping), yang memungkinkan pengembang berinteraksi dengan basis data menggunakan objek PHP alih-alih query SQL mentah. Eloquent ORM membuat pengelolaan data lebih intuitif dengan menyediakan cara sederhana untuk menulis query database menggunakan model-model yang mewakili tabel dalam database. Selain itu, Laravel menyediakan Migrations, yang memudahkan pengelolaan skema database dan memungkinkan kolaborasi tim dalam hal perubahan struktur database tanpa perlu menulis skrip SQL manual. Dengan migrasi, pengembang dapat melacak perubahan dalam database dan membuatnya portabel untuk berbagai lingkungan pengembangan [106].

Laravel juga dilengkapi dengan sistem Routing yang sangat fleksibel, yang memungkinkan pengembang untuk mendefinisikan URL dan rute aplikasi dengan cara yang sederhana dan terstruktur. Fitur ini memungkinkan untuk pembuatan RESTful API, pengaturan pengalihan, dan penanganan parameter URL dengan mudah. Laravel mendukung Blade Templating Engine, yang memudahkan pembuatan tampilan HTML dengan sintaks yang bersih dan

mudah dipahami. Blade memungkinkan untuk penggabungan data dinamis ke dalam tampilan serta menyediakan kontrol alur program seperti perulangan dan kondisi secara efisien [107].

Di sisi keamanan, Laravel memberikan proteksi terhadap serangan umum seperti CSRF (Cross-Site Request Forgery), XSS (Cross-Site Scripting), dan SQL Injection dengan cara yang sangat efektif. Laravel menyediakan berbagai lapisan keamanan termasuk enkripsi, autentikasi, dan otorisasi pengguna, yang menjadikannya pilihan ideal untuk aplikasi yang membutuhkan perlindungan data yang kuat. Selain itu, Laravel juga mendukung pengelolaan antrian dan pengiriman email, yang memungkinkan pengembang untuk membangun aplikasi yang lebih efisien dan responsive [108]. Dengan fitur-fitur seperti artisan CLI (Command Line Interface) dan Task Scheduling, Laravel juga memberikan alat untuk otomatisasi tugas-tugas rutin dan mempermudah pengelolaan aplikasi pada lingkungan produksi.

Selain itu, Laravel mendukung integrasi yang mudah dengan berbagai teknologi dan layanan eksternal, termasuk sistem blockchain. Fitur Laravel's API support memungkinkan pengembangan aplikasi yang terhubung dengan blockchain, seperti MultiChain, secara lebih efisien. Hal ini memungkinkan pengembang untuk menghubungkan aplikasi web dengan jaringan blockchain permissioned untuk mengelola data HR secara terdesentralisasi [87]. Penggunaan Laravel dalam penelitian ini akan memudahkan implementasi sistem yang dapat melakukan interaksi antara sistem HR tradisional dan blockchain, baik melalui API atau library khusus yang disediakan oleh framework ini. Dengan pengelolaan API yang baik, Laravel memungkinkan komunikasi yang lancar antara aplikasi web dan jaringan blockchain tanpa harus membuat banyak kode manual.

2.3.3 Visual Studio Code

Visual Studio Code (VSCode) adalah editor kode yang ringan namun kuat, dikembangkan oleh Microsoft. VSCode mendukung berbagai bahasa pemrograman seperti JavaScript, Python, C++, dan banyak lagi, serta dilengkapi dengan banyak ekstensi yang memungkinkan pengembang untuk menyesuaikan lingkungan pengembangan sesuai dengan kebutuhan mereka. Fitur-fitur utama VSCode meliputi debugging built-in, kontrol versi Git, integrasi terminal, dan pengelolaan proyek yang memudahkan pengembang dalam menulis dan mengelola kode. Keunggulan VSCode terletak pada kemampuannya untuk menangani proyek pengembangan perangkat lunak yang kompleks dengan antarmuka yang sederhana dan efisien [109].

Dalam penelitian ini, VSCode berfungsi sebagai alat utama bagi pengembang untuk menulis dan mengelola kode aplikasi yang berinteraksi dengan jaringan blockchain MultiChain. Dengan dukungan ekstensi yang memungkinkan integrasi dengan Node.js dan kemampuan untuk bekerja dengan JSON, VSCode menjadi platform yang ideal untuk mengembangkan aplikasi backend dan frontend. Fitur debugging dan kontrol versi Git di dalam VSCode mempermudah proses pengujian dan pengelolaan kode, serta memungkinkan pengembang untuk berkolaborasi secara efisien. Dengan demikian, VSCode sangat berguna dalam membangun dan mengembangkan sistem HR berbasis blockchain, memastikan efisiensi dan kualitas pengembangan yang tinggi.

2.3.4 Docker

Docker adalah platform perangkat lunak yang memungkinkan pengembang untuk mengemas aplikasi dan seluruh dependensinya dalam wadah (container) yang dapat dijalankan di mana saja. Container ini menyediakan lingkungan yang konsisten dan terisolasi, memungkinkan aplikasi berjalan tanpa tergantung pada konfigurasi sistem operasi atau perangkat keras yang berbeda. Dengan

menggunakan Docker, pengembang dapat menghindari masalah kompatibilitas yang sering terjadi ketika aplikasi dijalankan di berbagai mesin dengan konfigurasi berbeda. Docker juga menyederhanakan proses deployment dan manajemen aplikasi, yang mempermudah pengujian dan integrasi perangkat lunak di berbagai lingkungan [110].

Dalam penelitian ini, Docker berguna untuk memastikan bahwa aplikasi yang dibangun, termasuk integrasi sistem HR dengan MultiChain, dapat diuji dan diimplementasikan dalam lingkungan yang konsisten. Dengan Docker, pengembang dapat mengemas aplikasi HR dan koneksinya dengan blockchain dalam container yang dapat dijalankan di berbagai platform tanpa masalah. Hal ini juga mempermudah pengelolaan berbagai layanan yang diperlukan dalam penelitian ini, seperti server backend, database, dan koneksi ke jaringan blockchain, serta memungkinkan replikasi lingkungan pengembangan di mesin yang berbeda, baik untuk pengujian maupun implementasi.

2.3.5 Git/GitHub

Git adalah sistem kontrol versi terdistribusi yang memungkinkan pengembang untuk melacak perubahan kode sumber sepanjang waktu. Git memungkinkan banyak pengembang untuk bekerja secara bersamaan dalam proyek yang sama, tanpa khawatir kehilangan perubahan atau konflik antara versi kode yang berbeda. Setiap perubahan pada kode disimpan dalam "commit" yang dapat dilihat dan dikendalikan, sehingga memudahkan rollback atau pembatalan perubahan jika diperlukan. Dengan Git, pengembang dapat bekerja secara lebih terorganisir, memastikan bahwa setiap perubahan yang dilakukan dapat diaudit dan dikendalikan dengan baik, yang sangat penting dalam proyek pengembangan perangkat lunak yang kompleks [111].

GitHub adalah platform berbasis web yang menggunakan Git sebagai sistem kontrol versi. GitHub memungkinkan pengembang untuk meng-host repositori kode, berkolaborasi dalam tim, dan mengelola proyek perangkat lunak secara efisien. Fitur seperti pull request, issue tracking, dan GitHub Actions mempermudah pengelolaan kode serta automasi pengujian dan deployment aplikasi. Dalam penelitian ini, Git dan GitHub akan digunakan untuk mengelola dan melacak perubahan kode pada pengembangan sistem HR berbasis MultiChain, memastikan kolaborasi yang efisien antar anggota tim pengembang, serta memfasilitasi pemeliharaan dan pengujian kode sepanjang proses penelitian.

2.3.6 API

Application Programming Interface (API) merupakan antarmuka yang memungkinkan komunikasi dan pertukaran data antara dua atau lebih sistem secara terstruktur. API berfungsi sebagai penghubung yang menjembatani interaksi antara aplikasi yang berbeda tanpa perlu mengetahui detail internal masing-masing sistem. Dalam pengembangan sistem informasi modern, API sangat penting karena memungkinkan modul front-end, back-end, serta layanan eksternal untuk saling berkomunikasi dengan cara yang efisien dan terstandarisasi. Melalui penggunaan format data seperti JSON atau XML, API memastikan interoperabilitas yang tinggi antar platform, memudahkan pengembangan sistem yang modular, fleksibel, dan mudah untuk dikembangkan lebih lanjut sesuai kebutuhan organisasi [112].

Dalam penelitian ini, API akan diimplementasikan sebagai mekanisme penghubung antara sistem HR berbasis web dengan jaringan blockchain yang digunakan untuk menyimpan dan memverifikasi data karyawan. Melalui API, data seperti informasi karyawan, riwayat pekerjaan, dan catatan aktivitas dapat dikirim ke blockchain untuk diverifikasi dan

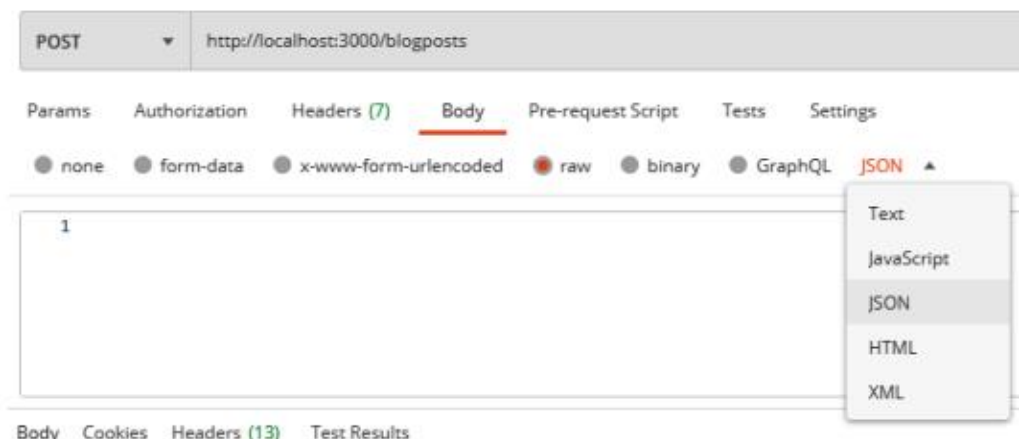
disimpan dengan aman. API juga memungkinkan sistem untuk mengambil kembali data dari blockchain guna memastikan keaslian, konsistensi, dan transparansi informasi yang ditampilkan pada aplikasi web. Dengan cara ini, API berperan penting dalam menjaga integrasi yang lancar antara sistem HR tradisional dan teknologi blockchain, sekaligus memastikan keamanan serta efisiensi dalam proses pengelolaan data karyawan.

MultiChain API adalah kumpulan antarmuka pemrograman aplikasi (API) yang memungkinkan pengembang untuk berinteraksi dengan blockchain MultiChain. API ini menyediakan berbagai fungsi yang memungkinkan pengguna untuk melakukan berbagai operasi blockchain seperti pembuatan dan pengelolaan aset digital, pengaturan kontrol akses, dan pembuatan transaksi. API ini juga memungkinkan integrasi sistem eksternal dengan jaringan blockchain, memberikan kemampuan untuk mengakses dan mengelola data dalam blockchain secara lebih efisien. Dengan menggunakan MultiChain API, pengembang dapat mengotomatisasi banyak tugas yang sebelumnya memerlukan interaksi manual dengan node atau server blockchain [113].

Dalam penelitian ini, MultiChain API akan digunakan untuk mengintegrasikan sistem HR tradisional berbasis database terpusat dengan teknologi blockchain. API ini memungkinkan peneliti untuk membangun mekanisme kontrol akses yang ketat pada data karyawan, memastikan bahwa hanya pihak yang berwenang yang dapat mengakses informasi sensitif. Selain itu, API ini juga akan digunakan untuk mengelola transaksi dan aset terkait data karyawan, memfasilitasi audit, serta memastikan integritas dan keamanan data. Penggunaan MultiChain API akan memungkinkan penerapan solusi blockchain dalam sistem HR, meningkatkan privasi dan kontrol terhadap data karyawan.

2.3.7 Postman

Postman adalah alat pengujian API yang memungkinkan pengembang untuk mengirimkan permintaan HTTP ke server dan memverifikasi respons yang diterima. Alat ini sering digunakan untuk menguji dan mendokumentasikan API, serta memverifikasi bahwa endpoint yang telah dibangun berfungsi sebagaimana mestinya. Seperti yang ditunjukkan di Gambar 2.4, postman menawarkan antarmuka grafis yang memudahkan pengembang untuk mengonfigurasi berbagai jenis permintaan HTTP, seperti GET, POST, PUT, DELETE, serta memeriksa respons JSON atau XML dengan cara yang lebih mudah dipahami. Fitur-fitur seperti pengelolaan koleksi, pengujian otomatis, dan dokumentasi API menjadikan Postman alat yang sangat berguna untuk pengembangan perangkat lunak berbasis web dan layanan API [114].



Gambar 2.4 Tampilan Postman [115]

Dalam penelitian ini, Postman digunakan untuk menguji API yang menghubungkan aplikasi sistem HR berbasis blockchain dengan MultiChain. Karena MultiChain berinteraksi dengan sistem HR melalui API, Postman akan membantu pengembang memastikan bahwa komunikasi antara aplikasi HR dan blockchain berjalan dengan lancar. Selain itu, Postman mempermudah

pengujian terhadap berbagai skenario pengambilan data karyawan, pembaruan informasi, dan pengelolaan hak akses, sehingga setiap fungsionalitas yang dikembangkan dapat dipastikan berfungsi sesuai kebutuhan dan standar yang ditetapkan dalam penelitian ini.

2.3.8 Apache Bench

Apache Bench (ab) adalah alat pengujian kinerja berbasis command-line yang dirancang untuk mengukur performa server web. Dikembangkan sebagai bagian dari proyek Apache HTTP Server, Apache Bench memungkinkan pengguna untuk melakukan uji beban (load testing) dan uji stres (stress testing) dengan mengirimkan sejumlah permintaan HTTP atau HTTPS ke server dan mencatat responsnya. Alat ini sangat berguna untuk menganalisis throughput, latensi, dan waktu respons server dalam menangani permintaan dari berbagai jumlah pengguna secara bersamaan. Dengan parameter konfigurasi yang fleksibel, seperti jumlah total permintaan dan jumlah permintaan simultan, Apache Bench menjadi salah satu alat yang ringan dan mudah digunakan untuk mengukur performa aplikasi berbasis web atau API [116].

Dalam penelitian ini, Apache Bench digunakan untuk menguji efisiensi dan skalabilitas sistem HR berbasis MultiChain. Dengan mengukur waktu respons API yang menghubungkan aplikasi HR dengan MultiChain, Apache Bench membantu dalam mengevaluasi seberapa baik sistem dapat menangani jumlah permintaan data yang besar secara simultan. Hasil pengujian ini memberikan wawasan kuantitatif mengenai kemampuan sistem dalam memenuhi kebutuhan organisasi skala menengah, terutama dalam skenario beban tinggi, seperti pemrosesan data karyawan secara massal atau saat pengambilan keputusan berbasis data real-time. Analisis dari hasil pengujian ini menjadi dasar untuk menentukan apakah MultiChain dapat diandalkan untuk integrasi dalam sistem HR.

2.3.9 Unified Modeling Language (UML)

Unified Modeling Language (UML) adalah bahasa standar yang digunakan untuk merancang, mendokumentasikan, dan mengkomunikasikan desain sistem perangkat lunak. UML pertama kali diperkenalkan pada 1990-an oleh Grady Booch, Ivar Jacobson, dan James Rumbaugh untuk mengatasi keberagaman metode desain perangkat lunak yang ada saat itu. UML mencakup serangkaian diagram yang menggambarkan berbagai aspek dari sistem perangkat lunak, baik itu struktur statis maupun dinamika perilaku sistem tersebut. Dengan menggunakan UML, pengembang dapat membuat desain yang mudah dipahami oleh berbagai pihak terkait, termasuk pengembang, pemangku kepentingan, dan pengguna. UML terbagi menjadi dua kategori utama: diagram struktural dan diagram perilaku. Diagram struktural menggambarkan aspek statis dari sistem, seperti struktur kelas atau objek yang terlibat, sedangkan diagram perilaku menggambarkan dinamika interaksi antar elemen sistem. Keunggulan UML terletak pada kemampuannya untuk memberikan gambaran visual yang jelas dan terstruktur mengenai bagaimana sistem bekerja, yang sangat berguna dalam proses pengembangan perangkat lunak yang kompleks. UML juga mempermudah komunikasi antar tim pengembang dan pemangku kepentingan dengan cara yang terstandarisasi [117].

UML dipilih untuk penelitian ini karena kemampuannya dalam menggambarkan desain sistem secara visual dan terstruktur, yang sangat penting dalam merancang sistem berbasis blockchain seperti MultiChain untuk manajemen data karyawan. Dengan menggunakan UML, peneliti dapat memodelkan berbagai komponen dan interaksi dalam sistem secara jelas, mempermudah pemahaman tentang bagaimana sistem bekerja secara keseluruhan, serta mengidentifikasi potensi masalah dalam desain atau implementasi. Dalam konteks sistem HR yang menggunakan blockchain, UML

akan membantu menggambarkan bagaimana data karyawan dikelola, diakses, dan diamankan. Selain itu, UML memungkinkan peneliti untuk merancang dan mendokumentasikan alur kerja, struktur data, serta kontrol akses dalam sistem yang menggunakan teknologi baru seperti blockchain [118]. Ini penting untuk memastikan bahwa sistem HR berbasis MultiChain dapat memenuhi persyaratan keamanan, efisiensi, dan skalabilitas yang dibutuhkan oleh organisasi. Dengan menggunakan diagram UML, proses pengembangan dan evaluasi sistem menjadi lebih transparan dan mudah dipahami oleh semua pihak yang terlibat.

2.3.9.1 Use Case Diagram

Use case diagram digunakan untuk menggambarkan interaksi antara pengguna dan sistem. Diagram ini akan membantu mendefinisikan fungsionalitas utama yang perlu didukung oleh sistem, seperti pendaftaran karyawan, pembaruan data, dan pengelolaan hak akses. Use case diagram ini akan menunjukkan aktor eksternal, seperti karyawan dan manajer HR, serta fungsi-fungsi yang mereka lakukan dalam sistem HR berbasis blockchain.

2.3.9.2 Activity Diagram

Activity diagram akan menggambarkan alur aktivitas dalam sistem, khususnya proses yang terjadi dalam pengelolaan data karyawan. Diagram ini akan digunakan untuk memodelkan bagaimana data dikumpulkan, diproses, dan disimpan, serta bagaimana alur kerja pengguna seperti karyawan dan manajer HR dalam melakukan berbagai tindakan di sistem. Dengan activity diagram, peneliti dapat memastikan

bahwa alur operasional yang dibangun dalam sistem HR berbasis MultiChain berjalan dengan efisien dan tanpa hambatan.

2.3.9.3 Class Diagram

Class diagram menggambarkan struktur statis dari sistem, termasuk kelas-kelas yang terlibat dan hubungan antar kelas tersebut. Dalam konteks penelitian ini, class diagram akan digunakan untuk memodelkan bagaimana data karyawan disimpan dan diakses melalui blockchain MultiChain. Diagram ini akan menggambarkan kelas-kelas yang merepresentasikan data karyawan, serta metode-metode yang diperlukan untuk melakukan operasi seperti menyimpan, mengubah, dan mengakses data dalam sistem.

2.3.10 Proses Bisnis

Proses bisnis merupakan sekumpulan aktivitas terstruktur yang menggambarkan bagaimana suatu organisasi menjalankan operasionalnya untuk mencapai tujuan tertentu, seperti pengelolaan data, pelayanan, atau pengambilan keputusan. Dalam konteks sistem informasi, proses bisnis menjadi dasar untuk memahami bagaimana data bergerak di antara aktor, sistem, dan unit kerja. Pemodelan proses bisnis membantu menggambarkan hubungan antar aktivitas, alur data, serta keputusan yang terjadi di setiap tahap, sehingga pengembang dapat merancang sistem yang efisien dan sesuai dengan kebutuhan organisasi. Selain itu, proses bisnis juga berfungsi sebagai panduan dalam menentukan fitur, modul, serta logika kerja sistem agar dapat mencerminkan kegiatan nyata yang terjadi di lapangan.

Dalam penelitian ini, proses bisnis akan diimplementasikan melalui pemodelan aktivitas utama yang terjadi dalam sistem manajemen sumber daya

manusia (HRMS), mulai dari pengelolaan data karyawan, proses rekrutmen, evaluasi kinerja, hingga penyimpanan dan pembaruan informasi. Setiap tahapan proses tersebut akan divisualisasikan menggunakan diagram UML seperti *Activity Diagram* dan *Use Case Diagram* untuk memperjelas peran masing-masing aktor serta interaksi antar komponen sistem. Selain itu, proses bisnis juga akan digunakan untuk menggambarkan bagaimana data mengalir antara sistem HR tradisional dan jaringan blockchain yang digunakan, sehingga aspek keamanan, transparansi, dan integritas data dapat dijaga dengan baik. Melalui pendekatan ini, sistem yang dikembangkan diharapkan mampu merepresentasikan alur kerja HR secara nyata sambil memastikan keamanan dan efisiensi pengelolaan informasi karyawan.

