

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM TERINTEGRASI BLOCKCHAIN UNTUK PENCATATAN KENDARAAN KIR

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF BLOCKCHAIN INTEGRATED SYSTEM FOR KIR LISTING

Moh. Irfan Ali Yafi¹, Yudha Purwanto², Muhammad Faris Ruriawan³

^{1,2,3} Universitas Telkom, Bandung

muhammadirfanaliyafi@student.telkomuniversity.ac.id¹, omyudha@telkomuniversity.ac.id²,
muhammadfaris@telkomuniversity.ac.id³

Abstrak

Pengujian KIR adalah salah satu pengujian yang wajib dilakukan oleh kendaraan umum dan/atau kendaraan bermuatan, tetapi dibalik semua kegiatan pengujian tersebut pastinya ada kesalahan data baik yang dilakukan secara sengaja ataupun secara tidak sengaja. Misal, sebuah kendaraan yang seharusnya dinyatakan tidak lulus dalam pengujian berhasil mendapatkan surat izin tersebut. Hal tersebut terjadi karena terdapat beberapa tangan-tangan yang mengubah data yang terdapat dalam pengujian tersebut. Untuk mengurangi terjadinya kejadian tersebut maka dikembangkanlah sebuah sistem yang dapat mencatat segala sesuatu yang terjadi secara historical dan valid. Blockchain adalah sistem yang diperlukan untuk menangani semua itu. Dalam penelitian ini, dibahas tentang cara membuat dan mengimplementasikan sistem blockchain untuk diintegrasikan pada perangkat IoT pada pencatatan uji KIR kendaraan. Sifat-sifat dari blockchain inilah yang dapat mengurangi kesalahan pada sebuah data. Sifat yang paling umum dari sebuah blockchain adalah cryptography. Semua data yang tersimpan pada blockchain ini akan melalui proses cryptography yang dimana setiap prosesnya tidak akan melalui pihak ketiga, sehingga proses rekonsiliasi antara nodes akan menjadi lebih cepat. Serta untuk proses kepemilikannya blockchain menggunakan sistem public key dan private key. Penelitian ini bertujuan untuk membuat sebuah sistem blockchain yang dapat diintegrasikan ke sebuah perangkat IoT. Parameter keberhasilan dari penelitian ini adalah blockchain dapat mencatat hasil pengujian KIR sebuah kendaraan serta membaca data hasil pengujian tersebut, dengan dihubungkan pada sebuah perangkat IoT RFID reader. Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa, sistem yang dibuat pada penelitian ini sudah sesuai dengan kaidah blockchain karena pada hasil pengujian hasil dari blockchain verifier sudah menunjukkan bahwa block-block yang terdapat pada blockchain saling terhubung, dan untuk waktu tunggu yang dibutuhkan oleh user hingga proses selesai dengan rata-rata 2,88 detik.

Kata Kunci: *Blockchain, KIR, Smart Contract, IoT.*

Abstract

The KIR test is one of the tests that must be carried out by public vehicles or loaded vehicles, but behind all the testing activities, there must be data errors, either done intentionally or accidentally. For example, a vehicle that should have been declared not passing the test succeeds in obtaining the license. This happens because several hands change the data contained in the test. To reduce these incidents, a system was developed that could record everything historical and valid. The blockchain is the system needed to handle all of that.

This research discusses how to create and implement a blockchain system integrated with IoT devices in vehicle KIR test recording. These properties of the blockchain can reduce errors in data. The most common feature of a blockchain is cryptography. All data stored on this blockchain will go through a cryptographic process where each process will not go through a third party, so the reconciliation process between nodes will be faster. As well as for the blockchain ownership process using a public key and private key system.

This research aims to create a blockchain system that can be integrated into an IoT device. The success of this research is that the blockchain can record the KIR test results of a vehicle and read the test result data by being connected to an IoT RFID reader. From the test results, it can be concluded that the system created in this study is following the blockchain rules because the test results of the blockchain verifier have shown that the blocks on the blockchain are connected and for the waiting time required by the user to process finished with an average of 2.88 seconds.

Keywords: Blockchain, KIR, Smart Contract, IoT.

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Pemberitaan mengenai kecelakaan kendaraan umum dan bermuatan belakangan ini cukup marak diberitakan. Mengapa hal yang demikian dapat terjadi? Salah satu penyebab utama dari kecelakaan tersebut adalah adanya kerusakan pada kendaraan itu seperti, rem yang tidak berfungsi, lampu kendaraan yang redup, oli pada kendaraan sudah kering, dan lain-lain. Padahal dalam UU No. 22 Tahun 2009 tentang lalu lintas dan angkutan jalan sudah mengatur standarisasi kelayakan sebuah kendaraan umum dan/atau kendaraan bermuatan, yaitu dengan melakukan tahapan uji KIR. Pengujian ini dilakukan oleh Departemen Perhubungan keluaran dari uji ini adalah sebuah surat izin.

Mengapa perlu diadakannya pengujian KIR ini? Salah satu alasannya adalah agar keselamatan pengemudi atau penumpang pada kendaraan tersebut dapat terjamin, sehingga mengurangi angka kematian akibat kecelakaan kendaraan bermotor pada negara ini. Dilansir dari kominfo.go.id “Menurut data kepolisian, di Indonesia rata-rata 3 orang meninggal setiap jam akibat kecelakaan jalan...” [1]. Apakah proses pengujian KIR ini aman dari oknum-oknum yang egois? Tentu saja tidak, seperti dilansir oleh selasar.co “...Hal tersebut diketahui dari pengakuan sopir yang ditemui timnya di tempat pengujian kendaraan itu. ‘Ada yang Rp 225 ribu, ada juga yang Rp 250 ribu. Beda-beda’ ” [2].

Dari pemaparan masalah di atas, terdapat berbagai solusi untuk mengurangi tindakan pungutan liar tersebut, seperti menerapkan sistem pembayaran secara daring, serta pembukuan atau pencatatan pembayaran melalui kasir. Namun kami menemukan solusi yang terbaik menurut kami, dikarenakan dengan adanya solusi ini maka proses pengujian KIR dapat berjalan dengan lebih efisien. Solusi yang kami tawarkan adalah dengan melakukan pencatatan pengujian KIR dengan menggunakan sistem blockchain. Blockchain adalah sebuah ledger system yang memungkinkan seseorang melakukan transaksi dengan orang lain tanpa membutuhkan pihak ketiga.

1.2. Rumusan Masalah

Permasalahan yang menjadi objek pada penelitian ini adalah bagaimana sistem blockchain ini dapat mengurangi manipulasi data pada pencatatan uji KIR kendaraan dan bagaimana sistem blockchain dapat terintegrasi dengan baik pada perangkat IoT RFID?

1.3. Batasan Masalah

Dalam memfokuskan penelitian Tugas Akhir ini, maka diberikan beberapa batasan masalah sebagai berikut: tempat penelitian hanya dilakukan di Dinas Perhubungan Kabupaten Bandung. Penelitian ini hanya menggunakan *framework hyperledger fabric* versi 2.0 atau lebih, dan tidak membahas tentang *user interface*. Penelitian ini hanya menggunakan sistem *single organization* atau *Private Blockchain* pada sistem *blockchain*-nya. Penelitian ini hanya untuk integritas sistem *blockchain* pada perangkat IoT RFID. Penelitian ini hanya melakukan pengecekan sebelum dilakukannya uji KIR, untuk menyatakan bahwa kendaraan tersebut, sudah lulus uji coba di tahap sebelumnya atau belum. Penelitian ini tidak menyangkut kesalahan data yang disengaja, atau dikarenakan kesalahan manusia (*human error*).

1.4. Tujuan

Berikut merupakan beberapa tujuan yang mendasari dilakukannya penelitian ini, antara lain: Mampu membuat dan mengimplementasikan sebuah sistem blockchain yang dapat terintegrasi dengan baik pada perangkat IoT RFID untuk penggunaan validasi serta pembacaan data pencatatan uji KIR kendaraan.

2. Dasar Teori

2.1. Blockchain

Blockchain awalnya diperkenalkan oleh seseorang (atau sekelompok orang) yang dikenal sebagai Satoshi Nakamoto pada tahun 2008, berupa sebuah rancangan sistem [3]. Kemudian dikembangkan dan diimplementasikan pada tahun 2009 [4]. Beberapa tahun terakhir, blockchain mendapat perhatian besar oleh dunia perindustrian baik dari sektor keuangan, kesehatan, pemerintahan, kegunaan, dan pendidikan. Alasan terbesar kenapa blockchain ini dapat berkembang dengan sangat pesat serta menarik minat banyak orang adalah dengan blockchain ini, sebuah aplikasi yang dulunya hanya dapat berjalan dengan perantara yang dipercaya dan bersifat centralized, sekarang dapat berjalan secara decentralized tanpa perlukannya central authority, dan dengan fungsi serta manfaat yang sama, yang sebelumnya ini adalah hal yang tidak mungkin [5].

Blockchain adalah *distributed database* yang merekam semua transaksi yang terjadi di dalam sebuah *network* [6]. Maksud dari *distributed database* disini adalah sebuah catatan (*record*) dari sebuah data yang disimpan secara menyeluruh oleh seluruh penggunanya. Sistem terdistribusi ini disebut sebagai *distributed ledger*. Dari sisi komputasi, *blockchain* adalah struktur *data entries* yang tersimpan terhubung satu dengan yang lainnya dengan urutan yang tepat [7]. Pada dasarnya *blockchain* memiliki 4 pilar utama yaitu: *Consensus*, adalah penyedia pembuktian hasil kerja dari *blockchain* dan sebagai bentuk verifikasi *action* pada *network*; *Ledger*, adalah penyedia detail lengkap mengenai sebuah transaksi yang terdapat pada sebuah *network*; *Cryptography*, yang memastikan semua data yang tersimpan pada *ledger* atau *network* di-enkripsi, sehingga data tersebut hanya bisa diakses oleh *authorized user*; *Smart Contracts*, yang mana berguna untuk melakukan verifikasi kepada semua *participants* dari sebuah *network* [8].

Menurut Stefen K, blockchain dibagi menjadi 3 jenis, yaitu: *Private Blockchain*, *Public Blockchain*, dan *Consortium Blockchain*. *Public blockchain* adalah blockchain dengan *network* yang dapat diakses oleh siapapun, serta siapapun dapat melakukan transaksi di dalamnya. *Private Blockchain* adalah blockchain yang hanya dapat diakses oleh *authorized user* dan yang dapat melakukan transaksi adalah pengguna yang sudah ditetapkan. *Consortium blockchain* adalah *blockchain* yang dapat diakses oleh beberapa organisasi yang sudah ditetapkan [6]. Untuk lebih jelasnya perhatikan Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Perbedaan jenis-jenis *blockchain*

<i>Property</i>	<i>Public Blockchain</i>	<i>Consortium Blockchain</i>	<i>Private Blockchain</i>
<i>Consensus Determination</i>	<i>All Miners</i>	<i>The selected set of Nodes</i>	<i>One organization</i>
<i>Read Permission</i>	<i>Public</i>	<i>Could be public or restricted</i>	<i>Could be public or restricted</i>
<i>Immutability</i>	<i>Nearly impossible to tamper</i>	<i>Could be tampered</i>	<i>Could be tampered</i>
<i>Efficiency</i>	<i>LOW</i>	<i>HIGH</i>	<i>HIGH</i>
<i>Centralized</i>	<i>No</i>	<i>Partial</i>	<i>Yes</i>
<i>Consensus Process</i>	<i>Permission less</i>	<i>Permissioned</i>	<i>Permissioned</i>

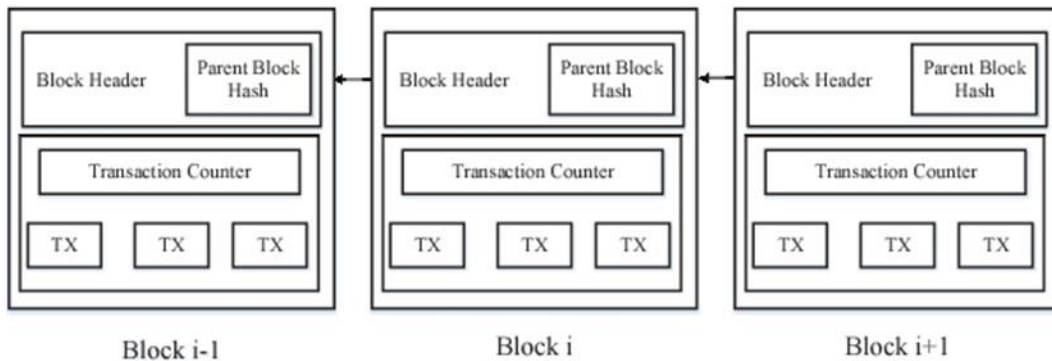
2.2. Karakteristik dari Blockchain

Blockchain memiliki beberapa karakteristik yang membedakannya dengan *database*, yaitu [4] [9]: 1. *Decentralization*. Pada sistem yang *centralized* perlukannya pihak ketiga sebagai penengah dan *validator* untuk setiap transaksinya. Proses ini akan memakan waktu yang cukup lama serta pengeluaran yang sangat mahal. Pada *blockchain* sebuah transaksi dapat dilakukan tanpa adanya bantuan dari pihak ketiga, dikarenakan *blockchain* menggunakan *consensus algorithm*-nya untuk mempertahankan keaslian dari sebuah transaksi. 2. *Persistency*. Sebuah transaksi dapat di validasi dengan sangat cepat, dan setiap

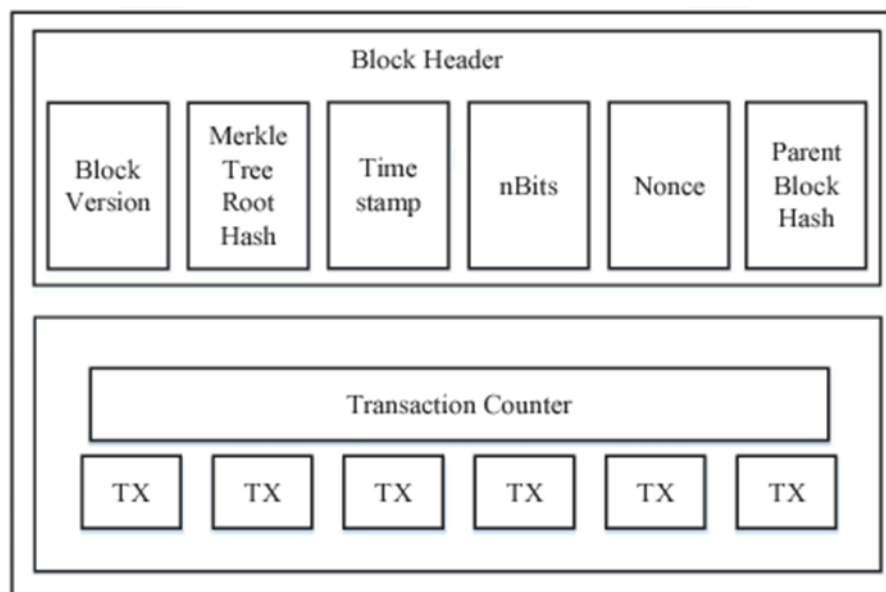
transaksi yang tidak valid akan langsung di tolak oleh *participants*. Sehingga setiap transaksi yang tersimpan pada *blockchain* sangat mustahil untuk di-rollback ataupun dihapus. 3. *Anonymity*. Setiap pengguna dapat berinteraksi dengan *blockchain* dengan sebuah alamat yang tidak menampilkan alamat asli dari pengguna tersebut. 4. *Auditability*. Setiap transaksi yang tercatat dalam *blockchain* akan saling terhubung antar satu dengan yang lainnya, sehingga memudahkan dalam melakukan *tracking data*.

2.3. Block Architecture

Pada Gambar 2.1 digambarkan struktur dari sebuah sistem *blockchain* yang saling terhubung. Pada umumnya struktur dari *blockchain* adalah susunan dari beberapa *block* yang saling terhubung. Setiap *block* memiliki nilai *hash*-nya masing-masing yang terhubung dengan nilai *hash* dari *block* sebelumnya. Terdapat pengecualian pada *block* awal sebuah *blockchain* yang tidak memiliki nilai *parent hash*, *block* ini biasa disebut dengan *genesis block* [4].



Gambar 2.1 Blockchain yang terdiri dari beberapa *block* yang saling terhubung.



Gambar 2.2 Bagian-bagian yang terdapat pada sebuah *block*.

Seperti yang dilihat pada Gambar 2.2 bahwa pada sebuah *block* terdapat 2 bagian inti yaitu *block header* dan *block body*. Pada *block header* terdapat beberapa bagian diantaranya [4]: 1. *Block version*. Menunjukkan *rules block* mana yang harus diikuti. 2. *Merkle tree root hash*. Nilai *hash* dari semua transaksi yang terdapat dalam sebuah *block*. 3. *Timestamp*. Waktu sekarang dalam hitungan detik dengan format hitungan universal dimulai dari 1 Januari 1970. 4. *nBits*. *Target thresholds* untuk proses validasi *hash* pada *block*. 5. *Nonce*. Adalah 4-byte data yang diawali dengan 0 serta meningkat setiap perhitungan nilai *hash*. 6. *Parent block hash*. Nilai *hash* dengan panjang 256-byte yang berhubungan dengan *parent block hash* sebelumnya. Sedangkan pada *block body* berisikan jumlah transaksi yang terdapat dalam *block* serta isi dari transaksi itu sendiri.

2.4. Cara Kerja *Blockchain*

Blockchain adalah struktur data yang terdistribusi dan tersebar di seluruh komputer pada sebuah *network*. Pertama kali diperkenalkan pada pengaplikasian oleh *Bitcoin* untuk mengatasi masalah *double spending*. Sebagai hasilnya bagaimana *nodes* pada *Bitcoin network* (biasanya disebut *miners*) melakukan validasi dan melakukan transaksi yang sudah disepakati bersama, *blockchain* pada *Bitcoin* menentukan kepemilikan dari siapa memiliki apa. Berikut adalah gambaran bagaimana *blockchain* bekerja pada sebuah *peer-to-peer network* [5]. 1. Pengguna berinteraksi dengan *blockchain* menggunakan *asynchronous encryption key* (*Private* dan *Public key*). Pengguna menggunakan *Private Key* mereka untuk menandai transaksi yang dibuat oleh pengguna itu sendiri, dan menuliskan alamatnya ke dalam *blockchain* dengan menggunakan *Public Key* mereka. Setiap alamat transaksi akan di-*broadcast* kepada seluruh pengguna yang berada *one-hop peers* didekatnya. 2. *Peer* tetangga yang menerima transaksi baru ini akan melakukan validasi sebelum dilanjutkan ke dalam *blockchain*. Transaksi yang tidak valid akan langsung dibuang oleh *peer* kembali ke *peer* awal. 3. Transaksi yang sudah dikumpulkan dan divalidasi, akan dikemas menjadi sebuah *timestamp candidate block*. Ini adalah proses yang disebut *mining*. *Mining node* akan meneruskan paket ini kedalam *network*. 4. *Network nodes* akan melakukan verifikasi terhadap *block* tadi (a) memiliki transaksi yang valid, (b) nilai *hash*-nya berhubungan dengan nilai *hash* pada *block* sebelumnya. Jika semuanya valid maka *block* tersebut akan ditambahkan pada *chain* yang ada.

Kapan sebuah transaksi dikatakan sebagai sebuah transaksi yang valid? Perlu diingat bahwa pada jaringan *blockchain* sebenarnya kita hanya memiliki sekumpulan kode yang ditulis oleh orang yang tidak kita percaya pada sebuah *shared database* tanpa adanya pihak ketiga, maka diperlukannya sebuah aturan yang harus disetujui oleh seluruh *nodes* yang terhubung dalam jaringan tersebut, dan aturan ini harus disebarkan dan harus ada pada setiap *nodes*, sehingga setiap transaksi yang masuk akan menghasilkan keluaran yang sama, walaupun jenis transaksinya berbeda.

2.5. *Smart Contract*

Smart contract adalah sekumpulan Respon-Skenario yang berisikan prosedur atau aturan, dan logika [10]. Dengan kata lain *smart contract* adalah *distributed application* yang terdapat dalam sebuah *blockchain*, yang ditulis dengan bahasa pemrograman tertentu serta berisikan *class* dan *method*, setiap pengguna dapat memanggil *class* dan *method* ini dengan mengirimkan transaksi ke "alamat" yang terdapat pada *blockchain*. Setiap kali pengguna melakukan sebuah transaksi maka *smart contract* akan secara otomatis dijalankan di semua *nodes* yang terdapat pada jaringan *blockchain* dengan derismatik dan *reliable* [11]. Setiap anggota atau *nodes* akan menandatangani kontrak ini secara bersama, serta menyimpannya sendiri, nantinya proses penandatanganan ini akan dilakukan secara otomatis oleh setiap *nodes* atau anggota, sebagai sebuah bentuk kesepakatan bersama dapat tercapai dalam proses validasi sebuah transaksi [10]. Sebagai catatan *smart contract* ini adalah kode yang bersifat *immutable*, walaupun oleh pembuatnya sendiri, dan tidak berkepemilikan.

Smart contract memiliki 3 karakteristik utama yaitu: *autonomy*, *self-sufficiency*, dan *decentralization*. Autonomi disini adalah ketika kontrak dijalankan, sang pemilik kontrak dan agen-agennya tidak perlu terhubung secara langsung. Untuk *self-sufficiency* sendiri berarti *smart contract* dapat mengembangkan sendiri kemampuan mereka dalam mengelola sumber daya seperti mengumpulkan data, menyediakan layanan, dan mengeluarkan suatu data jika dibutuhkan. Terakhir *decentralization* maksudnya adalah *smart contract* tidak tersimpan dalam suatu *server* yang terpusat, mereka didistribusikan kepada seluruh *nodes* pada *network* [10].

2.6. *Internet of Things (IoT)*

Internet of Things (IoT) adalah sebuah objek yang digunakan untuk menghubungkan berbagai *devices* pada sebuah jaringan untuk mengambil data dari internet yang digunakan dalam berbagai perangkat cerdas dan terhubung dengan *embedded system* seperti, *software*, sensor-sensor, dan kecerdasan buatan [9]. *Internet of Things (IoT)* sekarang ini menjadi batu loncatan untuk pengembangan dunia dari *real world entities* menuju *intelligent world entities* [12]. Sejauh ini teknologi IoT sudah berkembang dengan sangat luas, dan sebagian besar perusahaan sedang mengembangkan *machine-to-machine (M2M) communication* [13], yang memungkinkan setiap perangkat yang terhubung dengan jaringan internet dapat melakukan komunikasi dan saling bertukar informasi.

3. Pembahasan

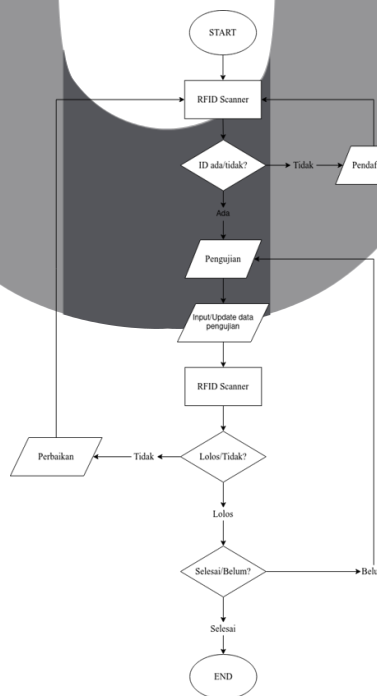
3.1. Rancangan Sistem

Secara garis besar sistem yang akan dibuat adalah, perangkat IoT RFID reader akan membaca RFID yang sudah ditempelkan pada kendaraan, dan mengirimkan ID dari RFID tersebut ke dalam blockchain database, jika ID tersebut tersedia maka blockchain akan mengirimkan sinyal kepada RFID untuk menyatakan bahwa data dari RFID tersebut tersedia dan dapat melakukan tahapan uji KIR. Jika ID dari RFID itu tidak tersedia maka pemilik kendaraan diharapkan untuk melakukan pendaftaran terlebih dahulu pada bagian Administrasi. Hasil uji KIR nanti akan dikirimkan ke dalam blockchain database untuk dilakukan verifikasi dan update data. Dikarenakan uji KIR terdapat beberapa tahap, maka setiap kendaraan selesai melakukan uji KIR pada satu tahap, untuk dapat melanjutkan ke tahapan selanjutnya, RFID dari kendaraan tersebut akan dibaca ulang oleh RFID reader untuk memastikan bahwa kendaraan tersebut sudah lulus uji tahap tersebut. Jika kendaraan dinyatakan lulus tahap tersebut, maka kendaraan dapat melanjutkan ke tahap selanjutnya. Sedangkan, jika kendaraan tidak lulus dari tahapan tersebut, maka pemilik kendaraan diminta untuk melakukan perbaikan, dan proses uji KIR akan berakhir. Untuk lebih jelasnya dapat memperhatikan Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Diagram blok dari rancangan sistem.

Untuk mengatasi masalah duplikasi data maka pemetaan ID untuk setiap datanya pada blockchain akan menggunakan ID dari RFID tag yang terdapat pada kendaraan tersebut. Jika pemilik kendaraan mengalami masalah seperti tidak lulus pada tahapan uji KIR atau ID dari RFID kendaraan tidak terdaftar pada blockchain database, maka pemilik kendaraan tersebut akan diminta untuk melengkapi segala kekurangannya di bagian Administrasi, dan jika kendaraan tersebut sebelumnya tidak lulus dalam salah satu tahapan uji KIR, maka kendaraan tersebut harus mengulang dari tahapan awal pengujian, dan data uji yang sebelumnya akan digantikan atau diisikan oleh sistem menjadi null dan dinyatakan tidak lulus uji KIR. Untuk lebih jelas dalam pemahaman alur sistem yang akan dibuat, dapat memperhatikan Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Flowchart sistem yang dibuat.

3.2. Pengujian

Pada tahapan ini dilakukan 3 pengujian. Pengujian *contract* yang dibuat. Pengujian yang kedua adalah pengujian performa dilakukan dengan menghitung waktu respon rata-rata aplikasi terhadap user dari perintah *create*, *get*, dan *update*. Pengujian yang terakhir adalah validasi *block* data yang tersimpan pada sistem *blockchain* apakah sudah sesuai dengan kaidah *blockchain* yaitu, saling terhubung atau tidak.

Tabel 3.1. Tabel pengujian performa

Nama Pengujian	Detail Uji	Hasil
Performa	Dengan menghitung rata-rata waktu respon dari memasukan 30 data ke dalam sistem aplikasi	Waktu rata-rata yang didapat adalah 2,88 detik. Tetapi waktu perhitungan dapat berubah sewaktu-waktu bergantung pada kecepatan koneksi internet yang digunakan.

Tabel 3.2. Tabel pengujian *contract*

Nama Pengujian	Detail Uji	Hasil
Pengujian <i>Contract</i>	Dengan memasukan 30 data <i>input dummy</i> , dan membandingkan dengan data yang tersimpan di dalam sistem, apakah sudah sesuai atau belum.	30 data <i>dummy</i> yang di masukan sudah sesuai dengan data yang tersimpan pada sistem.

Tabel 3.3. Tabel pengujian validasi *block* data

Nama Pengujian	Detail Uji	Hasil
Validasi <i>block</i> data	Validasi <i>block</i> data yang tersimpan pada sistem A dan sistem B menggunakan aplikasi tambahan bernama <i>blockchain verifier</i> .	Berdasarkan <i>output</i> dari aplikasi <i>blockchain verifier</i> adalah data yang tersimpan pada sistem A dan sistem B sudah sesuai, dan sudah dapat dikatakan bahwa sistem yang dibuat sudah memenuhi karakteristik dari <i>blockchain</i> .

4. Kesimpulan

4.1. Kesimpulan

Setelah melakukan pengujian pada penelitian tugas akhir ini, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Rata-rata waktu yang dibutuhkan sistem untuk memproses request dari user adalah 2,88 detik.
2. Hasil pengujian setiap *contract* pada sistem sudah sesuai, dikarenakan input data dan output data sudah sama.
3. Dari hasil pengujian dari tools *blockchain verifier*, terdapat 76 *block* data, dan 76 data transaksi, dan semuanya sudah sesuai dengan kaidah *blockchain* yaitu saling terhubung antar *block* data tersebut.
4. Dari hasil perbandingan *block file* sesuai dengan kaidah *blockchain* yaitu semua peer akan mendapatkan salinan data transaksi (*decentralization*).

4.2. Saran

Berdasarkan penelitian tugas akhir ini, maka saran yang dapat diberikan sebagai berikut.

1. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan sistem tersinkronisasi dengan sensor-sensor yang ada pada proses KIR sehingga data hasil uji KIR yang didapatkan akan lebih akurat.
2. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan sistem dapat ditambahkan fitur-fitur lainnya, seperti *authorization*.

REFERENSI

- [1] Kominfo, "rata-rata-tiga-orang-meninggal-setiap-jam-akibat-kecelakaan-jalan," Kominfo, 2020. [Online]. Available: https://kominfo.go.id/index.php/content/detail/10368/rata-rata-tiga-orang-meninggal-setiap-jam-akibat-kecelakaan-jalan/0/artikel_gpr. [Accessed 28 April 2020].
- [2] Fathur, "Dituding Ada Pungli di Uji KIR, Ini Jawaban Gamblang Dishub," selasar.co, 20 12 2019. [Online]. Available: <https://selasar.co/read/2019/12/20/577/dituding-ada-pungli-di-uji-kir-ini-jawaban-gamblang-dishub>. [Accessed 28 April 2020].
- [3] S. Nakamoto, "Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system," 2008.
- [4] S. X. H. D. X. C. H. W. Zibin Z., "An Overview of Blockchain Technology: Architecture, Consensus, and Future Trends," in *6th International Congress on Big Data, IEEE*, China, 2017.
- [5] M. D. Konstantinos C., "Blockchain and Smart Contracts for the Internet of Things," 2016.
- [6] G. H. Manar A., "Blockchain and Smart Contract," 2009.
- [7] A. K. P. Y. P. V. Dr. Prasanna L. K., "A Study on Internet of Things with Blockchain Technology," in *3rd International Conference on Trends in Electronics and Informatics (ICOEI)*, , India, 2019.
- [8] A. S. S. K. Madhusudan S., "Blockchain: A Game Changer for Securing IoT Data," 2018.
- [9] K. M. Dinan F, "Secure IoT Communication using Blockchain Technology," 2018.
- [10] e. a. Shuai W., "An Overview of Smart Contract: Architecture, Applications, and Future Trends," in *IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV)*, China, 2016.
- [11] G. C. P. Nikos F., "Smart Contracts for the Internet of Things: Opportunities and Challenges," 2019.
- [12] D. S. S. K. S. M. T. K. D. S. R. Francesco, "Blockchain for the Internet of Things: Present and Future," 2018.
- [13] K. D.-H. H. Lei, "Design and Implementation of an Integrated IoT Blockchain Platform for Sensing Data Integrity," 2019.