

Academic Information System Design Blockchain Based College

¹Alvian Abdul Jabar, ²Irman Hermadi, ³Yandra Arkeman

^{1,2,3} Departemen Ilmu Komputer, FMIPA, IPB University

Email: alvianabdul@apps.ipb.ac.id

Abstract

Academic Information System (SIKAD) is an application designed for data management purposes so that the entire process of academic activities can be managed into useful information. This data is stored in a database, this causes problems, namely the difficulty of backing up data in case of damage and difficulty when validating data because there is no verifier when inputting data, one of the data stored is student transcripts, as we know that transcripts This student score can be used for scholarship requirements and applying for jobs so that the transcript must be authenticated. Therefore, the purpose of this research is to design a blockchain-based SIKAD application that can make it easier to check data validation to prove the authenticity of student grade transcripts and display traceability of student grade data. Blockchain technology is a ledger that will record all activities carried out then the data will be distributed to each node that has been determined and already has a certificate authority to access the blockchain, then each node will have a copy of each transaction, each transaction will be interrelated with the transaction next. The transactions made are student value data, the data will be stored into the blockchain. In this study, a blockchain-based academic information system application has been designed using the prototyping method and then using the hyperledger fabric as a framework for building blockchain. The result of this research is a blockchain information system application that can verify the authenticity of grade transcripts and see traceability of student grade data.

Keywords: *Academic Information System, Blockchain, Prototyping, hyperledger fabric, data traceability*

1. INTRODUCTION

Pemanfaatan teknologi informasi dapat kita lihat pada bidang Pendidikan, yaitu Sistem Informasi Akademik (SIKAD). Sistem Informasi Akademik adalah perangkat lunak yang digunakan untuk menyajikan informasi dan menata administrasi yang berhubungan dengan kegiatan akademis [1]. Penelitian yang sudah dilakukan oleh [2] mengenai pengaruh penerapan sistem informasi akademik terhadap kualitas layanan akademik menggunakan metode perpaduan kuantitatif dan kualitatif kemudian data hasil kuisisioner diuji dengan uji reliabilitas, uji validitas, uji regresi, uji determinasi, dan uji hipotesis didapat hasil t-hitung lebih besar dari t-tabel yang artinya ada pengaruh yang signifikan terhadap kualitas layanan akademik. Adapun penelitian yang dilakukan oleh [3] mengenai survey kepuasan mahasiswa terhadap sistem informasi akademik dengan menyebarkan kuisisioner kemudian data dianalisis menggunakan dua metode yaitu metode Equal untuk mengukur kualitas laman atau web dalam hal ini adalah SIKAD dan metode regresi linier-berganda untuk mengetahui pengaruh terhadap kepuasan mahasiswa. Dari penelitian tersebut didapatkan hasil pengaruh kualitas informasi terhadap

kepuasan yaitu 0.714 nilai ini menunjukkan pengaruh yang kuat antara kualitas informasi dan kepuasan mahasiswa. Dari kedua penelitian diatas dapat disimpulkan bahwa dengan adanya sistem informasi akademik dapat meningkatkan kinerja layanan akademik dan juga meningkatkan kepuasan dari mahasiswa sebagai pengguna.

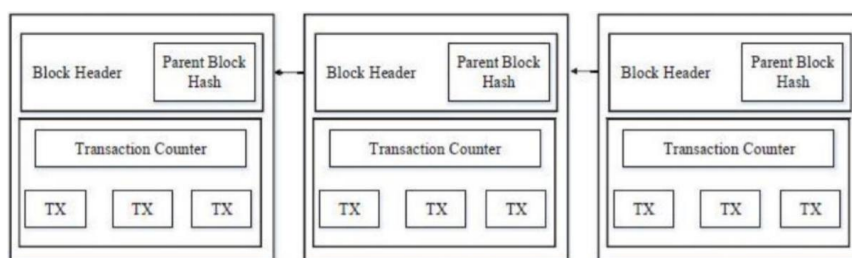
Sistem Informasi Akademik menjadi sebuah aplikasi yang harus dimiliki oleh setiap universitas guna meningkatkan kinerja akademik. Data yang disimpan dalam SIAKAD meliputi data mahasiswa, data dosen, data mata kuliah, jadwal kuliah dan data nilai mahasiswa. Selanjutnya data tersebut akan diolah sesuai kebutuhan perkuliahan, salah satu pencatatan akademik tersebut adalah transaksi data nilai mahasiswa, hasil dari transaksi data nilai dapat berupa transkrip nilai mahasiswa. Data tersebut masih tersimpan secara terpusat dimana seluruh kegiatan transaksi data akan disimpan pada satu ruang penyimpanan, hal ini dapat menyulitkan ketika terjadi kerusakan data karena tidak tersedianya ruang penyimpanan cadangan dan dapat menyebabkan terjadinya manipulasi data yang dilakukan oleh pihak yang tidak bertanggung jawab padahal transkrip nilai mahasiswa dapat digunakan untuk persyaratan beasiswa atau persyaratan saat melamar pekerjaan. Transkrip nilai bagi seseorang sangatlah penting, karena jika nilai yang didapat semakin tinggi maka peluang seseorang tersebut untuk menduduki jabatan yang penting pada pekerjaan pun akan semakin tinggi. Namun banyak sekali kecurangan yang dilakukan untuk memalsukan transkrip nilai, karena transkrip nilai dapat dengan mudah dan murah untuk dipalsukan. Perbuatan memalsukan dokumen termasuk perbuatan yang melawan hukum. Untuk memastikan dan memvalidasi bahwa transkrip nilai tersebut asli atau palsu sangat menghabiskan waktu yang cukup lama, dimana pihak perusahaan harus secara manual memastikan keaslian transkrip nilai tersebut kepada universitas terkait.

Maka dari itu dibutuhkan sebuah sistem yang dapat menangani permasalahan tersebut, solusi dari permasalahan tersebut adalah dengan menerapkan teknologi blockchain pada sistem akademik untuk mencatat setiap transaksi yang dibuat. Blockchain sebagai buku besar terdistribusi yang melacak dan mencatat setiap aktivitas dalam rantai blok, dimana setiap catatan aktivitas tersebut adalah aktivitas yang telah divalidasi [4]. Pada basis data terdistribusi, informasi yang tercatat akan disimpan dan dibagikan kepada setiap anggota di jaringan tersebut. Teknologi blockchain telah diterapkan secara luas pada Bitcoin. Struktur inti data di-maintain oleh jaringan Bitcoin adalah sebuah blockchain, yang terdiri dari banyak block yang dibentuk menggunakan algoritma kriptografi [5]. Berdasarkan pandangan pengaplikasian tertentu dan desain sistem, blockchain dibagi menjadi public blockchain, alliance blockchain, dan private blockchain [6]. Private blockchain adalah salah satu jenis blockchain yang bersifat tertutup dan bertujuan untuk melakukan pertukaran informasi secara internal [7]. Penelitian oleh [8] memberikan perspektif tentang penggunaan blockchain sebagai infrastruktur cyber yang aman dan terdistribusi untuk jaringan masa depan. Penelitian yang dilakukan oleh [9] tentang penerapan teknologi blockchain pada sistem pencatatan hasil rekapitulasi pemilu berdasarkan formulir C1

pindaian KPU hasil dari penelitian teknologi blockchain dapat mendukung sistem pencatatan hasil pemilu secara real count ini dengan basis data terdistribusi tanpa perlu khawatir terhadap serangan peretas, serta sebagai media informasi untuk mendeteksi adanya manipulasi pada hasil perhitungan pemilu oleh KPU. Perbedaan mendasar dengan database saat ini adalah penghilangan elemen pusat, akibatnya data didistribusikan dan didesentralisasi [10]. Dapat dikatakan bahwa teknologi blockchain memiliki konsep penyimpanan data yang tersebar atau decentralized dengan begitu semua orang yang berada pada sebuah organisasi akan mendapatkan salinan dari setiap transaksi, setiap transaksi akan saling terkait dengan transaksi sebelumnya dengan menggunakan link yang sudah dienkripsi sehingga data yang sudah disimpan tidak dapat diubah, jika terjadi perubahan maka akan merubah link berikutnya, sehingga ketika dilakukan pengecekan data tidak akan valid.

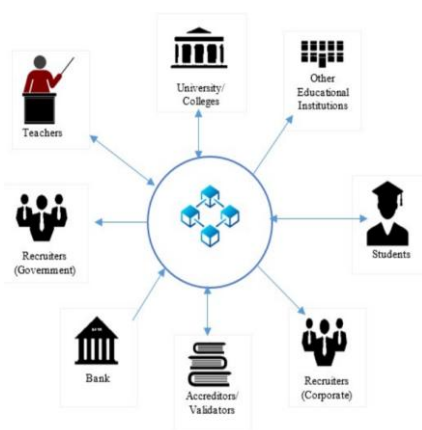
Tujuan dari penelitian ini adalah membangun aplikasi sistem informasi akademik berbasis blockchain yang dapat digunakan untuk melakukan validasi transkrip nilai dan melihat ketelusuran data nilai mahasiswa, sehingga diharapkan dengan adanya siacad berbasis blockchain data yang tersimpan menjadi lebih aman dan terpercaya.

Blockchain adalah struktur data yang tidak dapat dihapus, dibentuk oleh serangkaian *block* data yang terhubung secara linier dalam urutan waktu. Informasi yang disimpan di setiap *block* dan dienkripsi dengan algoritma kriptografi asimetris untuk memastikan keamanan akses data dan transmisi. Perbedaan mendasar dengan *database* saat ini adalah penghilangan elemen pusat, akibatnya data didistribusikan dan didesentralisasi. Artinya tidak ada unit kontrol pusat yang dapat memeriksa keakuratan informasi [3].



Gambar 1. Arsitektur *Blockchain* terdapat *block header* dan *parent block hash* [3].

Penelitian yang dilakukan oleh [11] dalam artikelnya menjelaskan mengenai teknologi *blockchain* dalam solusi pembelajaran dan untuk mengusulkan arsitektur *blockchain* ke solusi *e-learning* di Sistem Pendidikan Tinggi. Arsitektur yang diusulkan memanfaatkan manfaat dari *blockchain* dan menawarkan keamanan, anonimitas, umur panjang, integritas, transparansi, kekekalan, dan penyederhanaan ekosistem global, untuk menciptakan sistem kredit pendidikan tinggi yang dipercaya secara global.

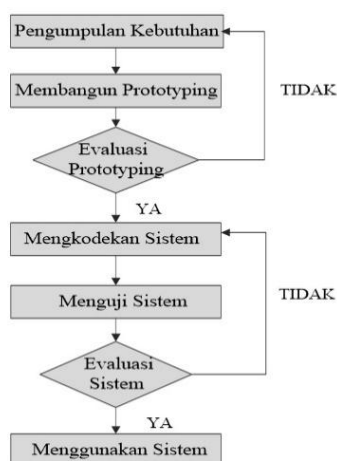


Gambar 2. Arsitektur *blockchain* pada pendidikan [11]

Dengan melihat konsep utama, ditemukan bahwa inovasi, desentralisasi dan inovasi digital adalah salah satu konsep yang paling umum ditemukan dalam literatur. Namun, dengan mengkategorikan konsepnya ditemukan fitur teknologi, inovasi, desentralisasi dan tema ekosistem yang disebutkan dalam literatur tentang teknologi *blockchain*. Perlu dicatat bahwa beberapa konsep hadir dalam satu atau lebih kategori karena ide-ide ini hadir di luar satu kategori. Oleh karena itu, ini akan menjadi dasar untuk analisis topik lebih lanjut.

2. METHODS

Penelitian ini dilakukan dengan jangka waktu 12 bulan dimulai Agustus tahun 2020 sampai Agustus 2021. Penelitian ini akan dilakukan pada Universitas Singaperbangsa Karawang yang merupakan salah satu Universitas yang sudah menggunakan sistem informasi akademik berbasis web. Data yang di gunakan penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer dikumpulkan melalui wawancara dan observasi. Wawancara dilakukan pada stakeholder yang terlibat dalam pengguna sistem informasi akademik untuk memperoleh informasi yang tepat dan lebih mendalam berkaitan dengan data akademik dan bisnis proses yang sedang berjalan. Data Sekunder dikumpulkan melalui studi literatur seperti jurnal, artikel, maupun dari internet selama proses penyusunan penelitian. Penelitian ini dilakukan sebagai penelitian awal untuk menghasilkan suatu rancang bangun sistem informasi akademik berbasis *blockchain*. Model yang digunakan dalam sistem rancang bangun ini adalah model *prototyping*. Model prototipe (*prototyping model*), merupakan suatu teknik untuk mengumpulkan informasi tertentu mengenai kebutuhan-kebutuhan informasi pengguna secara cepat. Berfokus pada penyajian dari aspek-aspek *software* tersebut yang akan nampak bagi pengguna [12]



Gambar 3. Tahapan model *prototyping* [5]

Berdasarkan Gambar 3 dijelaskan ada 7 tahapan yakni Pengumpulan Kebutuhan, Membangun *Prototyping*, Evaluasi *Prototyping*, Mengkodekan sistem, Menguji sistem, Evaluasi sistem, dan Menggunakan sistem.

2.1. *Pengumpulan Kebutuhan*

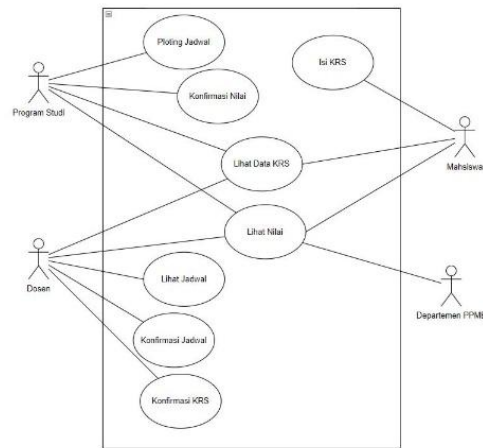
Pengumpulan kebutuhan dan analisis dilakukan dengan dengan cara mengumpulkan data Sekunder dan Data Primer. Mengumpulkan Data sekunder dengan cara melakukan Studi Literatur mengenai penelitian terkait adapun topik yang menjadi acuan dalam penelitian ini adalah topik perancangan sistem informasi akademik, Struktur database, Rest API, Cloud Server, Teknologi *blockchain*, dan Hyperledger Fabric. Kemudian mengumpulkan data Primer dengan cata wawancara dan observasi didapatkan hasil aktor atau pengguna yang terlibat dalam penggunaan sistem informasi akademik yang ditunjukkan oleh tabel 1.

Tabel 1. Tabel Pengguna Sistem Informasi Akademik

Pengguna/aktor	Deskripsi
Departemen PPMB	Dapat mengelola data mahasiswa, melakukan validasi transkrip nilai mahasiswa, melihat data mahasiswa
Program Studi	Mengelola data KRS mahasiswa, mempersiapkan jadwal pembelajaran, melihat data mahasiswa, dan melihat data nilai mahasiswa
Dosen	Melakukan konfrimasi KRS mahasiswa, melakukan input nilai mahasiswa, melihat data mahasiswa wali dan melihat nilai mahasiswa.
Mahasiswa	Melakukan pengisian KRS, melihat data nilai, dan melihat transkrip nilai.

2.2. Membangun Prototyping

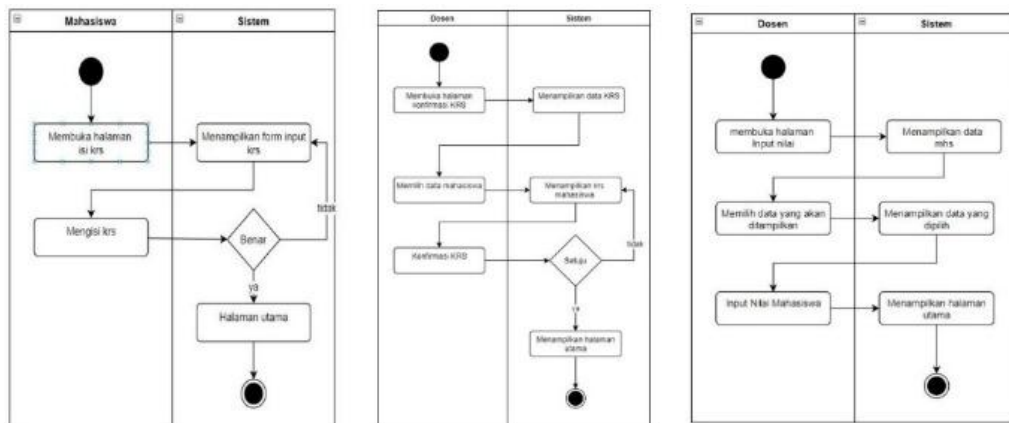
Pada tahapan membangun *prototyping* bertujuan untuk menggambarkan alur kerja dari aplikasi dalam tahap menggambarkan desain *software* menggunakan *Use case Diagram*, *Activity Diagram* dan *Sequence Diagram* kemudian desain *mockup* yang dapat dilihat pada Gambar 4, Gambar 5, Gambar 6 dan Gambar 7



Gambar 4 Use Case Diagram

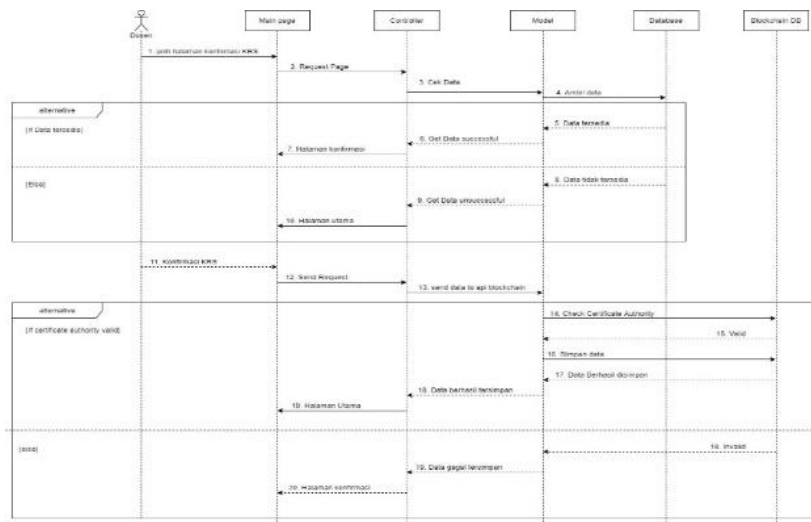
Tabel 2 Use Case Description melihat data nilai

Use case	Description
Tujuan	Melihat data nilai mahasiswa dan detail nilai mahasiswa
Aktor	Departemen PPMB, Program Studi, Dosen dan Mahasiswa
Pre-condition	Aktor sudah login kedalam sistem
Post-condition	Aktor dapat melihat data nilai dan melihat detail nilai mahasiswa
Skenario	Langkah
aktor	Aktor melakukan input kode yang ada didalam transkrip nilai kemudian Sistem akan menampilkan data transkrip nilai mahasiswa beserta detail nilai dari setiap mata kuliah



Gambar 5 Activity Diagram proses pengisian KRS sampai input nilai

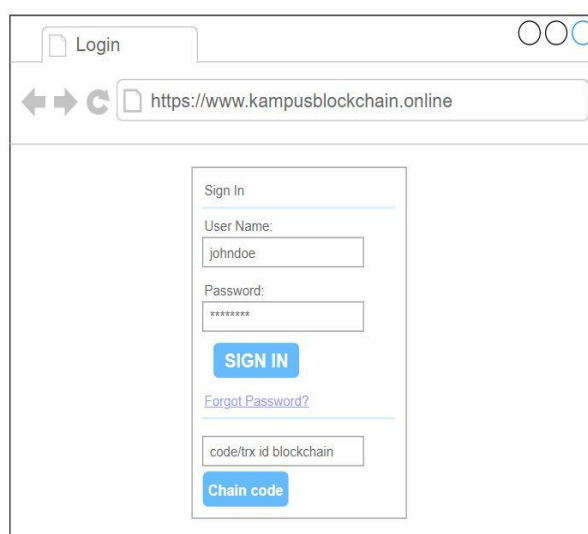
Alur proses bisnis yang sedang berjalan ditunjukkan oleh Gambar 5 dimana ada tiga aktor yang terlibat diantaranya Program studi yang bertugas melakukan plotting jadwal kuliah kemudian Dosen yang bertugas melakukan konfirmasi KRS dan melakukan *input* nilai mahasiswa, selanjutnya mahasiswa yang berperan untuk melakukan *input* KRS.



Gambar 6 *Sequence Diagram* proses konfirmasi KRS mahasiswa

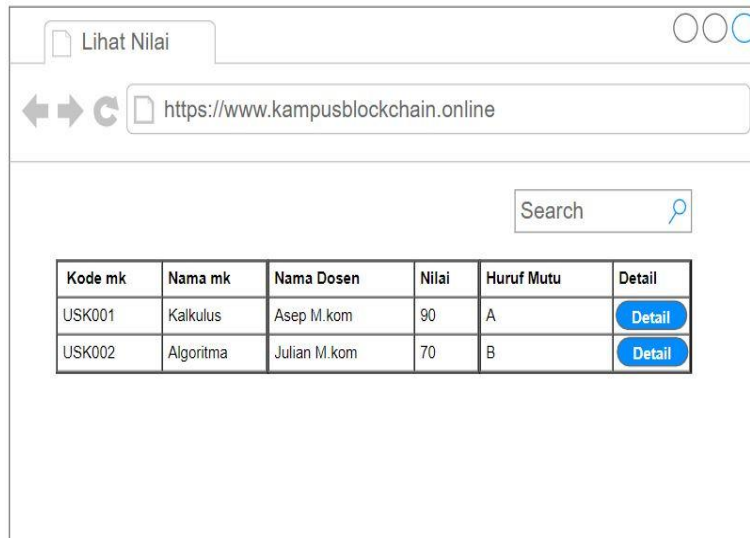
Proses konfirmasi KRS mahasiswa oleh Dosen ditunjukkan oleh Gambar 4 dimana *sequence diagram* menggambarkan rangkaian langkah-langkah yang dilakukan sebagai respon dari sebuah *event* untuk menghasilkan *output*, dalam hal ini *output* yang dihasilkan berupa data KRS mahasiswa yang sudah dikonfirmasi oleh Dosen.

Berikut adalah *mock-up* awal aplikasi yang akan dirancang, terdapat 3 tampilan yaitu halaman Login ditunjukkan oleh Gambar 7, Halaman pengecekan nilai ditunjukkan oleh Gambar 8, dan Halaman detail nilai yang ditunjukkan oleh Gambar 9



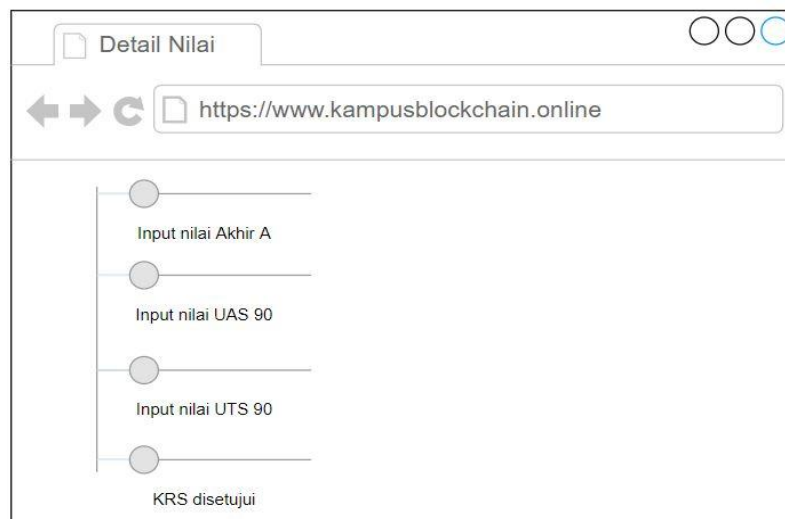
Gambar 7 *Design mockup login prototype* awal

Pada Gambar 7 adalah desain tampilan awal aplikasi akan menampilkan form pengisian username dan password, kemudian pada bagian bawah terdapat form untuk pengecekan validasi transkrip nilai dengan memasukkan kode *blockchain* yang terdapat pada transkrip nilai mahasiswa.



Gambar 8 *Design mockup* transkrip nilai *prototype* awal

Pada Gambar 8 adalah desain tampilan awal transkrip nilai mahasiswa, terdapat *button* detail untuk melihat ketelusuran data nilai mahasiswa dari awal sampai akhir.



Gambar 9 *Design mockup* ketelusuran data nilai

Pada Gambar 9 adalah desain tampilan saat menampilkan ketelusuran data nilai mahasiswa. Sehingga dapat dilihat seluruh komponen nilai mahasiswa dan siapa saja aktor yang terlibat dalam penginputan nilai tersebut.

Pembuatan *Design mockup* awal guna memberikan gambaran jelas atas fungsi-fungsi yang akan diimplementasikan sebelum masuk ke tahap pengkodean sistem, *mockup* awal menggambarkan

tampilan *login* dan pengecekan kode transkrip nilai, selanjutnya menggambarkan hasil pencarian data dan menampilkan ketelusuran data nilai yang di inputkan kedalam *blockchain*.

2.3. Evaluasi Prototyping

Evaluasi *prototyping* dilakukan dengan cara presentasi kepada bagian akademik untuk menunjukkan desain diagram UML yang sudah dibuat. Diagram yang dievaluasi adalah *use case diagram*, *activity diagram* dan *sequence diagram*. Hasil dari evaluasi setiap diagram UML yang telah didesain sudah sesuai dengan proses bisnis yang sedang berjalan.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Mengkodekan Sistem

Pada tahap ini desain yang sudah dibuat kemudian diimplementasikan menjadi kode dengan bahasa pemrograman PHP menggunakan *framework* CodeIgniter dan untuk pengkodean *blockchain* menggunakan *framework* Hyperledger Fabric. Pada halaman utama aplikasi terdapat form untuk menginputkan kode *blockchain* yang digunakan untuk melakukan validasi transkrip nilai dan melihat ketelusuran data nilai mahasiswa. Tampilan aplikasi yang sudah dibuat dapat dilihat pada Gambar 10, Gambar 11 dan Gambar 12.

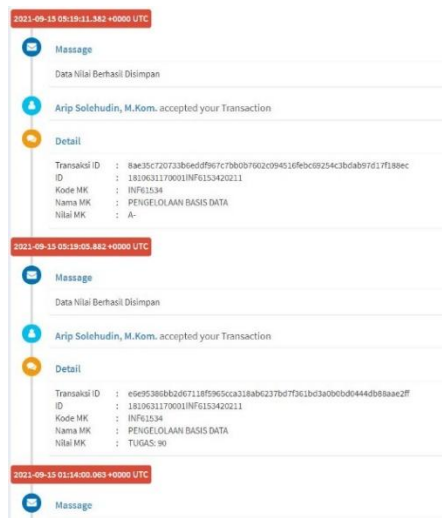


Gambar 10 Tampilan awal login aplikasi

Kartu Hasil Studi (KHS) Data Perwalian

Kartu Hasil Studi						
No	Kode MK	Nama Mata Kuliah	SKS	Nilai		IK
				Huruf	Bobot	
Semester 1						
1	INF61201	PENDIDIKAN PANCASILA & KEWARGANEGARAAN	3	A-	3.75	11.25
2	INF61202	BAHASA INGGRIS	2	A-	3.75	7.5
3	INF61506	FISIKA TELEKOMUNIKASI	3	B+	3.5	10.5
4	INF61507	KALKULUS DAN GEOMETRI	3	C	2	6
5	INF61508	MATEMATIKA DISKRIT	3	B+	3.5	10.5
6	INF61509	TEKNOLOGI INFORMASI	3	A-	3.75	11.25
7	INF61610	OLAHRAGA	2	A	4	8
Semester 1 Jumlah SKS ditempuh : 19 Indeks Prestasi Semester (IPS) : 3.42						
Semester 2						
1	INF61103	PENDIDIKAN AGAMA	2	C+	2.5	5
2	INF61204	BAHASA INDONESIA	2	A-	3.75	7.5
3	INF61511	ALGORITMA DAN PEMROGRAMAN	3	B	3	9
4	INF61512	ALJABAR LINEAR	3	A	4	12
5	INF61513	ELEKTRONIKA DAN INSTRUMEN	3	B-	2.75	8.25

Gambar 11 Tampilan Transkrip nilai mahasiswa

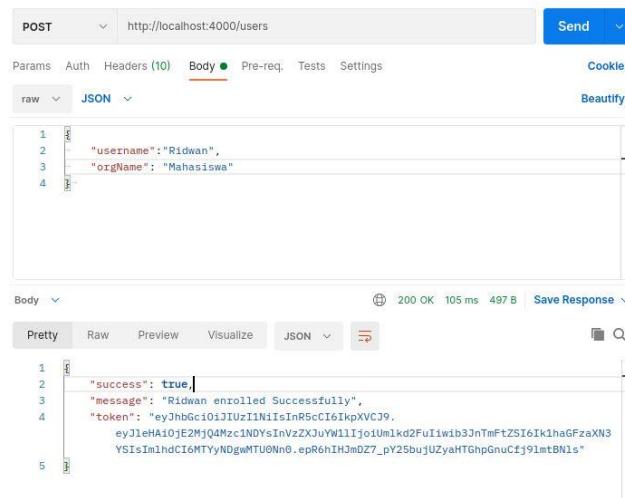


Gambar 11 Tampilan ketelusuran data nilai mahasiswa

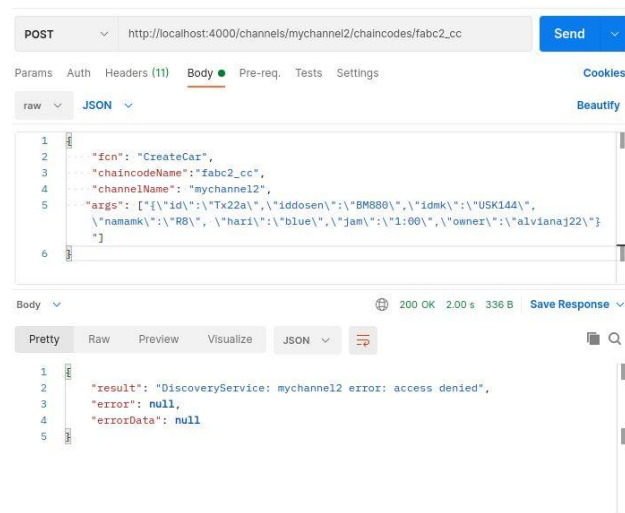
3.2. Menguji Sistem

Setelah tahapan pengkodean aplikasi sudah menjadi suatu perangkat lunak yang siap digunakan, selanjutnya akan dilakukan pengujian sistem, pengujian ini dilakukan dengan menguji fungsi *Blockchain* yang sudah di bangun kemudian dilanjutkan dengan pengujian White box testing. Pada tahapan menguji fungsi *Blockchain* akan diberikan scenario sebagai berikut: Terdapat tiga aktor yang terlibat yaitu program studi, dosen dan mahasiswa kemudian dalam transaksi data *Blockchain* terdapat dua channel yaitu channel utama dimana semua aktor dapat mengakses dan mendapatkan seluruh transaksi data yang ada didalam channel utama, kemudian terdapat channel kedua yang hanya bias di akses oleh program studi dan dosen. Selanjutnya pengujian dilakukan menggunakan aplikasi post man untuk melihat respon dari sistem.

Berikut adalah hasil dari simulasi yang sudah dilakukan yang ditunjukkan oleh Gambar 12 dan Gambar 13.



Gambar 12 menguji channel blockchain



Gambar 13 Respon channel blockchain

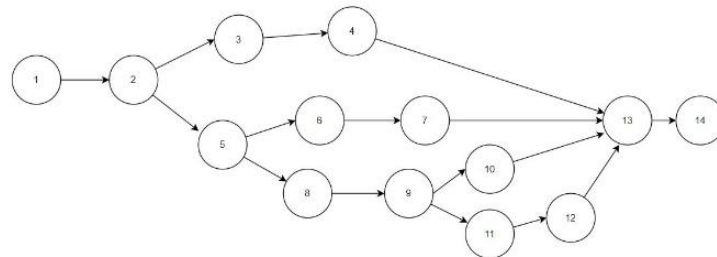
Hasil dari pengujian ini dapat dilihat bahwa *channel* yang sudah dibuat hanya dapat diakses oleh anggotanya saja dan tidak dapat diakses oleh anggota diluar dari *channel* tersebut. Selanjutnya untuk memastikan bahwa logika dari kode yang sudah dibuat sudah benar dilakukan pengujian *whitebox testing* untuk memeriksa *logic*, hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 uji fungsi *witebox testing*

No	Source Code
1	Func (s *SmartContract) CreateCar(ctx contractapi.TransactionContextInterface, carData string) (string, error){
2	If len(carData) == 0{
3	Return "", fmt.Errorf("Please pass the correct data")
4	}

5	Var car Car Err := json.Umarshal([]byte(carData)&car)
6	If err != nil{
7	Return "", fmt.Errorf("Failed", err.Error())
8	}else carAsBytes, err := json.Marshal(car)
9	If err != nil{
10	Return "", fmt.Errorf("Failed", err.Error())
11	}
12	Ctx.GetStub().SetEvent("createAsset", carBytes)
13	Return ctx.GetStub().Get.TxID, ctx.GetStub().PutState(car.ID, carAsBytes)
14	}

Selanjutnya merubah kode program menjadi alur *logic path* dimana setiap argumen akan menjadi satu node kemudian jika ada argumen yang memiliki kondisi maka akan dipecah sesuai urutan code ditunjukkan pada Gambar 14.



Gambar 14 path logic source code

Node (N) = 14 lingkaran
 Edge (E) = 16 Tanda Panah
 Predicate = 3 Kondisi Node

Cyclomatic Complexity digunakan untuk mencari jumlah *Path* dalam suatu *flowgraph*, dengan rumus berikut:

$$\begin{aligned}
 V(G) &= E - N + 2 \\
 &= 16 - 14 + 2 \\
 &= 4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V(G) &= P + 1 \\
 &= 4 + 1 \\
 &= 4
 \end{aligned}$$

Sehingga *cyclomatic complexity* adalah 4 *path* (jalur)

- 1-2-3-4-13-14
- 1-2-5-6-7-13-14
- 1-2-5-8-9-10-13-14
- 1-2-5-8-9-11-12-13-14

Tabel 4 Deskripsi pengujian *witebox testing*

Logic path	Input Data	Notification	Status
1-2-3-4-13-14	Data NULL / array{ }	"Please pass the correct data"	Failed
1-2-5-6-7-13-14	Format data != byte	"Failed"	Failed
1-2-5-8-10-13-14	Data != NULL	"Failed"	Failed

1-2-5-8-11-12-13-14	Data != NULL Format data = byte and json array	Success	Success

3.3. Evaluasi Sistem

Pada tahap ini aplikasi dipresentasikan kepada bagian akademik dan program studi kemudian dilakukan simulasi pengisian KRS mahasiswa, input nilai mahasiswa dan melihat ketelusuran data nilai mahasiswa, hasilnya semua fungsi pada *use case* sudah berjalan sesuai dengan perancangan. Aplikasi sistem informasi akademik berbasis *blockchain* ini dapat diakses melalui pranala www.kampusblockchain.online

3.4. Menggunakan Sistem

Setelah semua tahapan dilakukan maka tahap terakhir adalah menggunakan aplikasi, aplikasi sudah dapat diakses melalui pranala www.kampusblockchain.online dan sudah dapat disimulasikan dari mulai pengisian KRS mahasiswa, input nilai mahasiswa, melakukan pengecekan transkrip nilai mahasiswa menggunakan kode *blockchain* dan melihat ketelusuran data nilai mahasiswa.

4. CONCLUSION

Dalam kesimpulan tidak boleh ada referensi. Kesimpulan berisi fakta yang didapatkan, cukup menjawab permasalahan atau tujuan penelitian (jangan merupakan pembahasan lagi); Nyatakan kemungkinan aplikasi, implikasi dan spekulasi yang sesuai. Jika diperlukan, berikan saran untuk penelitian selanjutnya. Nyatakan simpulan dalam kalimat berbentuk paragraf, bukan dalam bentuk *numbering*.

ACKNOWLEDGEMENTS

Allhamdulillah saya panjatkan puji serta syukur kehadiran Allah SWT berkat rahmat serta hidayah-Nya saya dapat menyelesaikan penelitian ini. Saya ucapkan terima kasih kepada Bapak Irman Hermadi, S.kom, MS, PhD selaku ketua pembimbing dan juga Bapak Prof. Dr. Ir. Yandra Arkeman, M.Eng selaku anggota pembimbing. Saya ucapkan terima kasih juga kepada Beasiswa PasTi 2019 yang sudah membantu dalam pembiayaan pendidikan dan saya ucapkan terima kasih kepada kantor tempat saya bekerja Universitas Singaperbangsa Karawang yang sudah memberikan izin saya untuk melanjutkan studi.

REFERENCES

- [1] S Santoso, "Seri Solusi Bisnis Berbasis TI: Total Quality Management and Six Sigma," Elex Media Komputindo, 2017.

- [2] R. A. Dwi, "Pengaruh Penerapan Sistem Informasi Akademik Terhadap Kualitas Layanan Akademik Mahasiswa Di Fakultas Ilmu Sosial Dan Ilmu Politik Universitas Diponegoro. Fakultas Ilmu Budaya," Universitas Diponegoro Semarang, 2012.
- [3] S. R. Yuyu, "Analisis Pengaruh Kualitas Sistem Informasi Akademik (Siakad) Terhadap Kepuasan Mahasiswa Sttkd Yogyakarta," Conference on Innovation and Application of Science and Technology (CIASTECH 2019), 2019.
- [4] S. Bogart, R. Kerry, "The Blockchain Report: Welcome to the Internet of Value," 2015.
- [5] X. Mingliang, L. Pei, L. Mingyuan, F. Hao, Z. Hongling, Z. Bing, L. Yusong, Z. Liwei, "Medical Image Denoising by Parallel Non-Local Means," *Neurocomputing*, 195:117-122, 2016.
- [6] X. Junxiao, Y. Hui, L. Pei, X. Mingliang, L. Yafei, "Crowd Queuing Simulation with An Improved Emotional Contagion Model," *Science China: Information Sciences*, 62(4): 44101:1-44101:3, 2019.
- [7] U. Mukhopadhyay, A. Skjellum, O. Hambolu, J. Oakley, L. Yu, RAB. Brooks, "Survey of cryptocurrency systems," In Privacy, Security and Trust (PST), 2016.
- [8] D. Zhaoyang, L. Fengji, L. Gaoqi, "Blockchain: a secure, decentralized, trusted cyberinfrastructure solution for future energy systems," Vol 6 (5), *Journal of Mod. Power Syst. Clean Energy*, 2018, pp. 958–967.
- [9] F. H. Dwi, "Perancangan Dan Implementasi Teknologi Blockchain Pada Sistem Pencatatan Hasil Rekapitulasi Pemilu Berdasarkan Formulir C1 Pindaian KPU," Institut Teknologi Bandung, 2019.
- [10] Y. Xinyi, Z. Yi, Y. He, "Technical Characteristics and Model of Blockchain," In 2018 10th International Conference on Communication Software and Networks (ICCSN) IEEE, 2018, pp. 562-566.
- [11] K. Palanivel, "Blockchain Architecture to Higher Education Systems," 2019.
- [12] J Simarmata, "Rekayasa Perangkat Lunak," Yogyakarta: C.V Andi Offset, 2010.