

APLIKASI UNDIAN WEB BERASASKAN BLOCKCHAIN – MYUNDI

MUHAMMAD SHAMIM BIN MOHAMED RAFI

ASSOC. PROF. TS. DR. RAVIE CHANDREN MUNIYANDI

*Fakulti Teknologi & Sains Maklumat, Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 UKM Bangi,
Selangor Darul Ehsan, Malaysia*

ABSTRAK

Dalam era digital masa kini, evolusi proses demokratik adalah penting untuk memastikan inklusiviti, ketelusan, dan keselamatan. Antara masalah yang dihadapi oleh sistem yang sedia ada termasuklah limitasi fizikal, kemudahan, dan ketelusan proses undian. MYUndi mengatasi ini dengan membangunkan platform yang kukuh, mesra pengguna, dan selamat yang direka khas untuk landskap pilihan raya Malaysia. Idea pembangunan aplikasi MYUndi ini terhasil apabila memikirkan golongan atau individu yang mempunyai kekangan tertentu untuk keluar mengundi semasa pilihan raya. Sebagai contoh, mungkin mereka menghadapi masalah pengangkutan, kesihatan atau merasakan tidak selamat untuk berada di kawasan orang ramai. Pembangunan aplikasi ini bukanlah bertujuan untuk menggantikan proses pengundian di Malaysia, tetapi untuk menyediakan alternatif baharu untuk pengundi di Malaysia. Aplikasi MYUndi mengambil kelebihan teknologi seperti blockchain, untuk mencipta pengalaman mengundi yang lancar dan selamat. Pembangunan aplikasi web berasaskan blockchain, atau rangkaian blok ini mampu membantu menangani isu peratusan keluar mengundi yang rendah disebabkan oleh masalah-masalah tertentu yang dihadapi oleh pengundi. Metodologi yang digunakan bagi membangunkan aplikasi ini adalah model agile. Model ini dipilih kerana ia memastikan pembangunan yang pantas serta pelbagai iterasi prototaip dapat dilakukan. Model ini juga merupakan praktis yang sering digunakan di dalam industri. Hasil yang dijangkakan pada penghujung projek ini adalah sebuah aplikasi pengundian web yang mesra pengguna dan menjadi alternatif yang akan digunakan oleh pengundi.

Kata kunci: blockchain, pengundian, alternatif, web

PENGENALAN

Pilihan raya merupakan asas kepada masyarakat demokratik, memberi kuasa kepada warganegara untuk mengambil bahagian dalam membentuk masa depan negara mereka. Di Malaysia, sebuah negara pengamal demokrasi yang dinamik dan pelbagai, pilihan raya berfungsi sebagai mekanisme penting untuk menyuarakan kehendak rakyat dan memastikan pentadbiran selaras dengan aspirasi rakyat. Walau bagaimanapun, kaedah tradisional mengundi di Malaysia, seperti di banyak negara lain, menghadapi cabaran yang mengancam hakikat keberkesanan proses demokratik.

Pilihan raya di Malaysia, walaupun pada asasnya kukuh, menghadapi cabaran pelbagai aspek. Isu seperti kesesakan lalu lintas yang menyebabkan penyertaan pengundi terhad, kebimbangan mengenai keselamatan warganegara semasa pilihan raya, dan keperluan untuk mengakomodasi pelbagai kumpulan umur dengan tahap kesihatan serta tahap kesedaran teknologi yang berbeza telah menekan kecekapan kaedah mengundi semasa ini. Selain itu, memastikan integriti proses pilihan raya dan menghalang aktiviti penipuan merupakan cabaran besar. Semua masalah ini merupakan faktor-faktor yang menjadi punca kemerosotan peratus keluar mengundi.. Kadar keluar telah mengundi merosot dari 82% (PRU14) kepada 74% peratus (PRU15). Oleh itu, keperluan mendesak diperlukan untuk mencari penyelesaian inovatif yang mampu menggantikan pendekatan konvensional dalam sistem undian di Malaysia.

Dalam konteks amalan demokrasi di Malaysia, kaedah konvensional yang digunakan untuk pilihan raya, walaupun pada asasnya kukuh, menghadapi pelbagai cabaran yang menimbulkan ancaman yang besar terhadap kecekapan dan integriti proses demokratik. Salah satu isu penting adalah penyertaan pengundi yang terhad yang disebabkan oleh batasan praktikal seperti kesesakan lalu lintas dan halangan geografi. Cabaran ini menghalang kemampuan warganegara, terutamanya mereka yang tinggal di kawasan bandar yang padat, atau kawasan terpencil untuk melaksanakan hak asasi mereka untuk mengundi dengan berkesan, dengan itu menghalang idea demokrasi merangkumi pelbagai lapisan masyarakat.

Tambahan pula, pelbagai demografi penduduk Malaysia, digabungkan dengan tahap kesihatan dan kemahiran teknologi yang berbeza, lebih memperumitkan landskap pilihan raya. Mereka yang merangkumi pelbagai kumpulan umur, masing-masing dengan keadaan kesihatan yang berbeza dan tahap kemahiran teknologi yang berbeza, memerlukan pendekatan yang berbeza. Pemastian sistem pengundian adalah sesuai dengan semua golongan umur dan mudah digunakan adalah penting untuk mengekalkan ethos peluang samarata dan penglibatan awam.

Di samping itu, integriti proses pilihan raya adalah satu kebimbangan utama. Mengelakkan aktiviti penipuan, termasuk pengubahan undi, adalah penting untuk mengekalkan kepercayaan awam dalam sistem demokratik. Masalah undi rosak juga merupakan sesuatu yang sering dilihat ketika proses pengundian. Hal ini dapat dilihat kerana terdapat ratusan undi rosak di setiap kawasan bertanding pada PRU15. Sifat-sifat yang ada dalam kaedah pengundian konvensional menuntut penyelesaian inovatif untuk melindungi keaslian hasil pilihan raya dan mengekalkan serta memantapkan lagi prinsip demokrasi yang telus, bertanggungjawab, dan adil.

METODOLOGI KAJIAN

Metodologi yang digunakan dalam pembangunan projek ini ialah Agile, yang melibatkan iterasi pembangunan dan pengujian berterusan sepanjang kitaran hayat pembangunan perisian. Metodologi ini dipilih kerana ia membolehkan perubahan dibuat walaupun pada

peringkat yang sudah jauh dalam kitaran pembangunan. Metodologi ini sangat sesuai dengan projek ini yang memerlukan pendekatan pembangunan aplikasi yang lebih fleksibel dan berorientasikan pengguna. Dengan menggunakan Agile, produk akhir yang berkualiti dapat dihasilkan.

Fasa analisis

Fasa ini memberi fokus kepada analisis keperluan sistem. Dalam fasa ini, keperluan fungsian dan bukan fungsian ditentukan daripada pihak berkepentingan projek. Fasa ini juga dijalankan untuk memastikan aplikasi yang dibangunkan mencapai objektif yang ditetapkan. Kajian literatur terhadap aplikasi atau sistem yang sedia ada juga dilakukan untuk meningkatkan pemahaman yang dapat membantu pembangunan aplikasi ini.

Fasa reka bentuk

Fasa reka bentuk menentukan senibina sistem yang akan digunakan. Dalam fasa ini, reka bentuk senibina, pangkalan data, algoritma, dan antara muka dihasilkan untuk memudahkan proses pembangunan dan memastikan objektif kajian dapat dicapai.

Fasa pelaksanaan

Fasa ini adalah yang paling lama kerana melibatkan kerja berat seperti pengaturcaraan web dan sebagainya. Dalam fasa ini, semua keperluan yang dikumpulkan dalam fasa analisis dibangunkan dan digabungkan untuk menjadi sebuah laman sesawang yang lengkap. Melalui fasa ini juga, kelemahan aplikasi dapat dikenal pasti selepas pelaksanaan berjaya dilakukan.

Fasa pengujian

Fasa pengujian merupakan salah satu fasa yang penting dalam pembangunan aplikasi. Pengujian dijalankan untuk mencari kecacatan, ralat, dan kelemahan dalam aplikasi. Apabila ralat dikenalpasti, pembaikan dan pembetulan dapat dilakukan untuk memastikan aplikasi berjalan lancar dan memberikan pengalaman terbaik bagi pengguna.

Kaedah untuk mengumpulkan data atau mendapatkan keperluan pengguna ialah melalui soal selidik terhadap 30 orang responden. Terdapat 11 item telah dibangunkan untuk mengukur tahap pencapaian aplikasi dan perspektif pengguna. Selepas soal selidik telah dilengkapkan, soalan dimuat naik ke Google Form dan pautannya telah diberikan kepada beberapa orang. Sasaran responden bagi soal selidik ini dipilih berdasarkan pengguna aplikasi ini yang terdiri daripada pelbagai golongan yang layak untuk mengundi dari pelbagai demografi umur. Selepas mengedarkan pautan soal selidik, seramai 30 orang responden telah menjawab soal selidik ini. Dengan Google Form, graf atau carta telah dihasilkan untuk setiap item dengan data yang telah diberikan oleh responden untuk tujuan analisis.

Kaedah pemerhatian digunakan untuk mengukur tahap kemampuan dan pemahaman pengguna terhadap aplikasi yang dibangunkan sewaktu menjalankan ujian kebolehgunaan. Ujian keselamatan pula dilaksanakan dengan memilih tiga jenis ujian daripada Panduan Ujian Keselamatan Web OWASP, iaitu suntikan SQL, serangan XSS, dan ujian kebenaran. Pemilihan ini adalah berdasarkan kepentingan kritikal dalam memastikan keselamatan dan

integriti aplikasi web yang dibangunkan, serta untuk meminimumkan risiko yang berpotensi memberi impak besar kepada pengguna dan data mereka.

Data yang diterima daripada penilaian dianalisis melalui kaedah analisis data yang bernama statistik deskriptif dengan menggunakan skor min bagi setiap aspek. Jadual 1 menunjukkan Tafsiran Skala Skor Min.

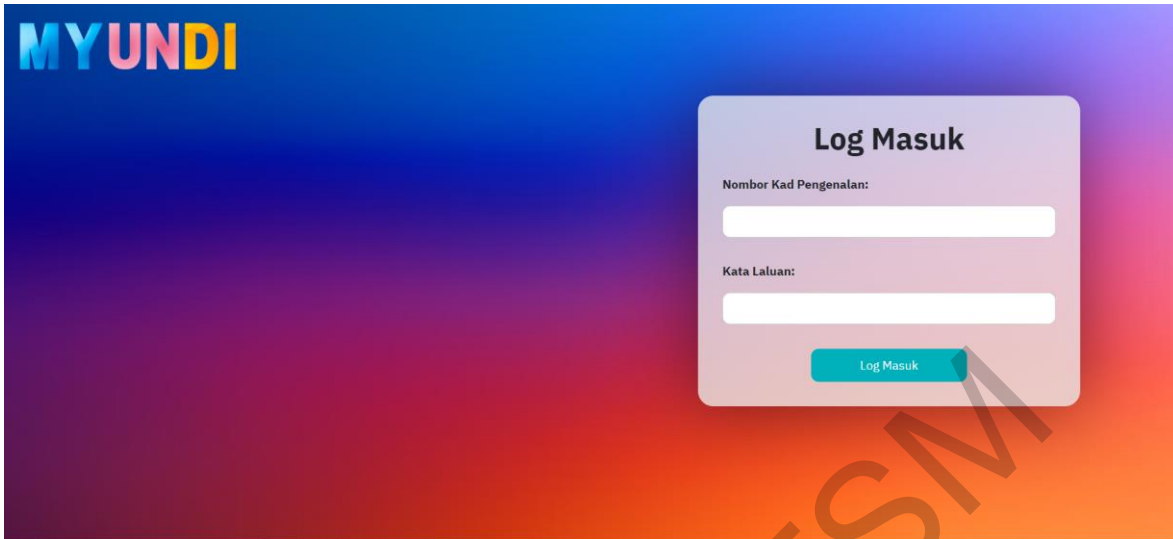
Jadual 1 Tafsiran Skala Skor Min

Skor Min	Tafsiran
1.00 – 2.32	Rendah
2.33 – 3.65	Sederhana
3.66 – 5.00	Tinggi

KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

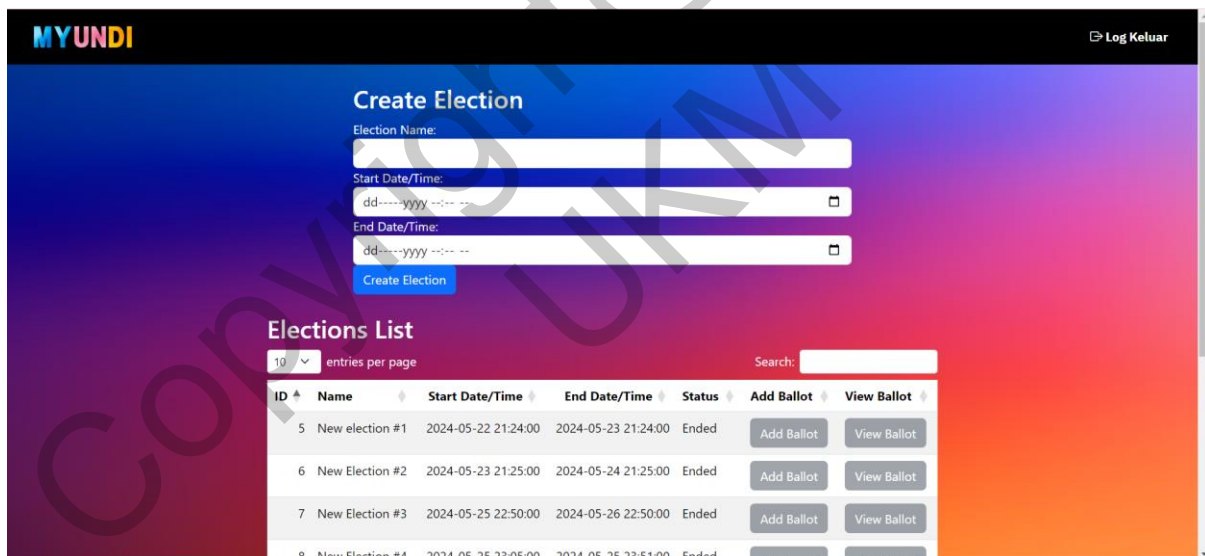
Aplikasi MYUndi ini telah berjaya dibangunkan dan semua dokumentasinya telah dilengkapkan. Semasa proses pembangunan, aplikasi ini dibanungkan dengan menggunakan Visual Studio Code yang merupakan editor kod sumber yang dibangunkan oleh Microsoft untuk Windows, Linux, macOS dan pelayar web. Pangkalan data yang digunakan ialah pangkalan data SQL menggunakan PHPMyAdmin. Bahasa pengekodan yang digunakan untuk membangunkan aplikasi termasuklah HTML, CSS, JavaScript dan Solidity. Aplikasi Ganache pula digunakan sebagai persekitaran blockchain Ethereum peribadi yang membolehkan kita meniru blockchain Ethereum supaya kita boleh berinteraksi dengan kontrak pintar dalam blockchain peribadi sendiri.

Apabila memasuki aplikasi, pengguna akan disambut dengan skrin Log Masuk. Untuk mengakses aplikasi pengguna perlu log masuk menggunakan nombor kad pengenalan dan kata laluan yang diberikan andaian bahawa mereka mengetahui nombor kad pengenalan dan kata laluan melalui sumber seperti kerajaan. Sementara itu pentadbir perlu log masuk menggunakan ID Pentadbir untuk mengakses menu pentadbir. Apabila semua maklumat yang dimaksudkan adalah tepat, mereka boleh menekan 'Log Masuk' untuk mengakses akaun dan ciri aplikasi.



Rajah 1 Antara Muka Log Masuk

Apabila pentadbir telah berjaya log masuk, mereka akan dipaparkan skrin utama seperti yang ditunjukkan di dalam Rajah 2, di mana pentadbir boleh memasukkan maklumat untuk mencipta pilihanraya dan melihat senarai pilihanraya yang dipaparkan di bawah borang penciptaan pilihanraya.



Rajah 2 Antara Utama Pentadbir

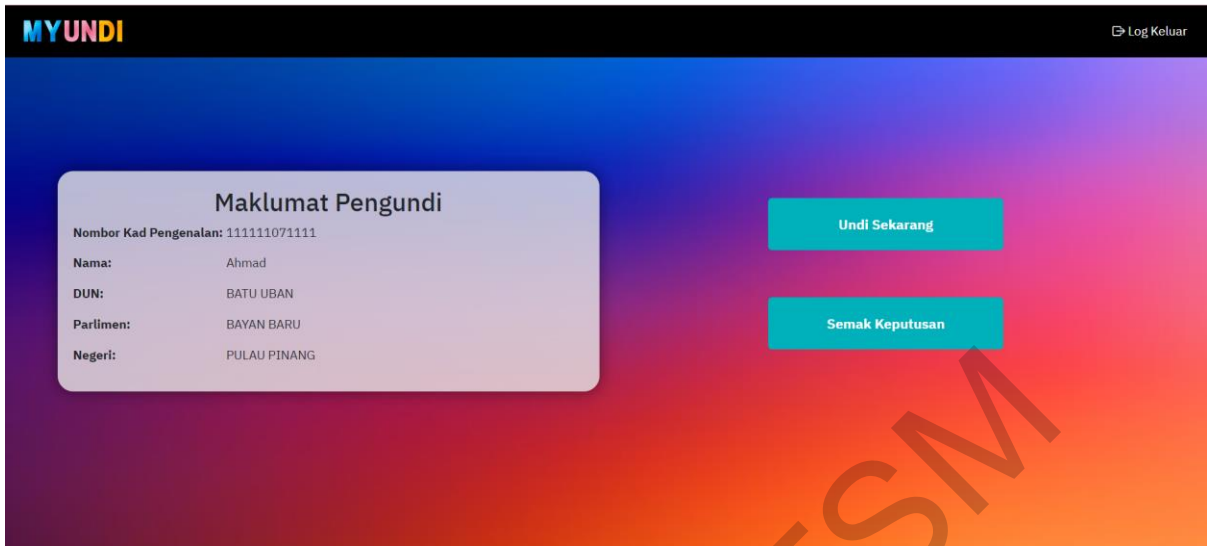
Untuk menambah kertas undi, calon, atau untuk melihat kertas undi yang wujud di dalam sebuah pilihanraya, pentadbir boleh mengakses ciri-ciri tersebut melalui butang yang dipaparkan dalam senarai pilihanraya di dalam Rajah 2. Sebuah pilihanraya tidak boleh dimodifikasikan jika status adalah 'Ongoing' atau 'Ended'. Rajah 3 menunjukkan borang untuk memasukkan data kertas undi manakala Rajah 4 menunjukkan paparan senarai kertas undi bagi sesebuah pilihanraya. Pentadbir boleh membuang kertas undi yang dimasukkan sekiranya terdapat kesalahan.

Rajah 3 Antara Muka Penambahan Kertas Undi

ID	Party Name	Candidate Name	DUN	Parlimen	Action
31	Party A	Raju	BATU UBAN	BAYAN BARU	Delete
32	Party B	Ahmad	BATU UBAN	BAYAN BARU	Delete

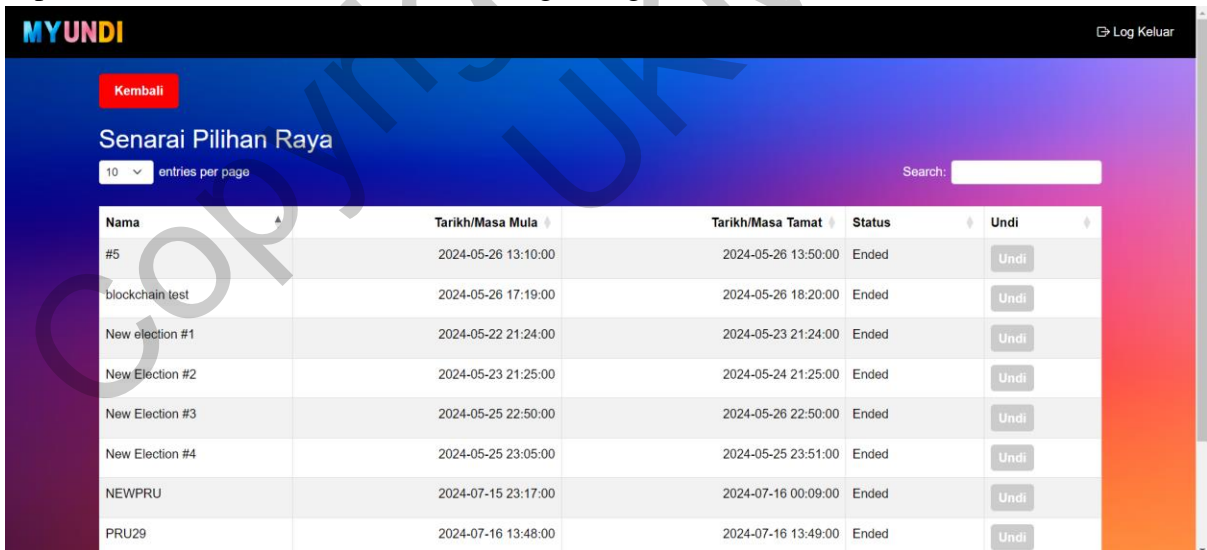
Rajah 4 Antara Muka Senarai Kertas Undi

Rajah 5 menunjukkan paparan utama bagi pengundi yang telah berjaya log masuk ke dalam aplikasi. Paparan ini menunjukkan maklumat asas pengundi dan mempunyai dua butang, iaitu butang 'Undi Sekarang' untuk memaparkan senarai pilihanraya untuk pengguna menundi, dan 'Semak Keputusan' untuk memaparkan senarai pilihanraya untuk melihat jumlah undian yang diperolehi.

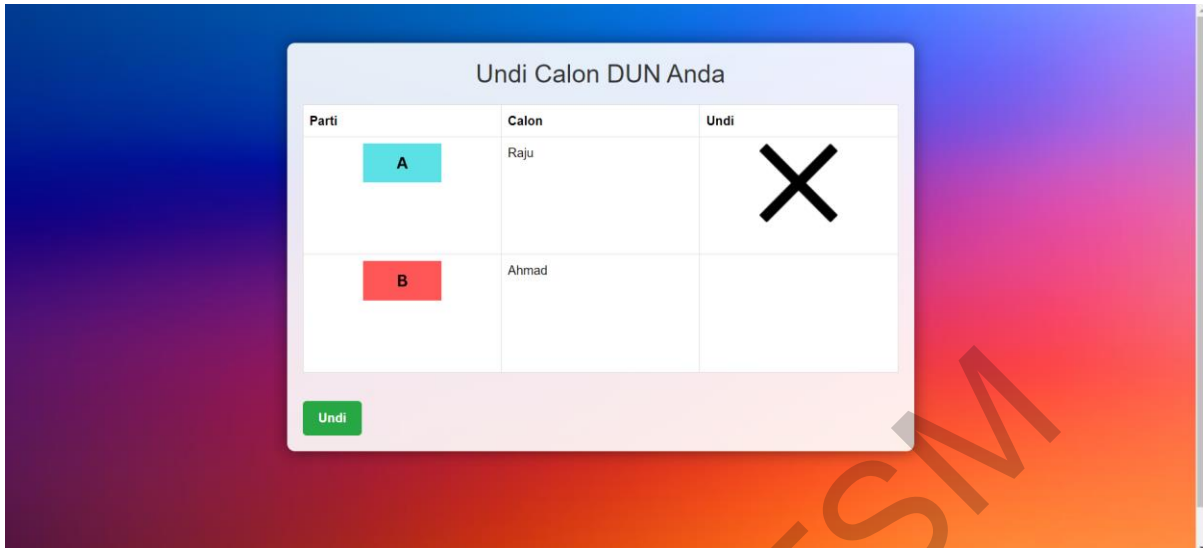


Rajah 5 Halaman Utama Pengundi

Untuk mengundi, pengguna boleh klik butang 'Undi Sekarang' dan mereka akan dibawa kepada paparan senarai pilihanraya seperti di dalam Rajah 6. Pengundi tidak boleh mengundi di dalam pilihanraya yang telah tamat, belum bermula, dan sekiranya telah membuang undi mereka di dalam pilihanraya yang sama. Rajah 7 pula menunjukkan paparan pembunagan undi yang mempunyai bendera parti, nama calon, dan ruang untuk memilih calon mereka. Senarai calon yang dipaparkan adalah mengikut kertas undi yang terdapat dalam pilihanraya dan kawasan undian pengundi masing-masing. Pengundi juga akan diminta kepastian untuk memilih calon mereka bagi mengelakkan masalah tersalah undi calon.

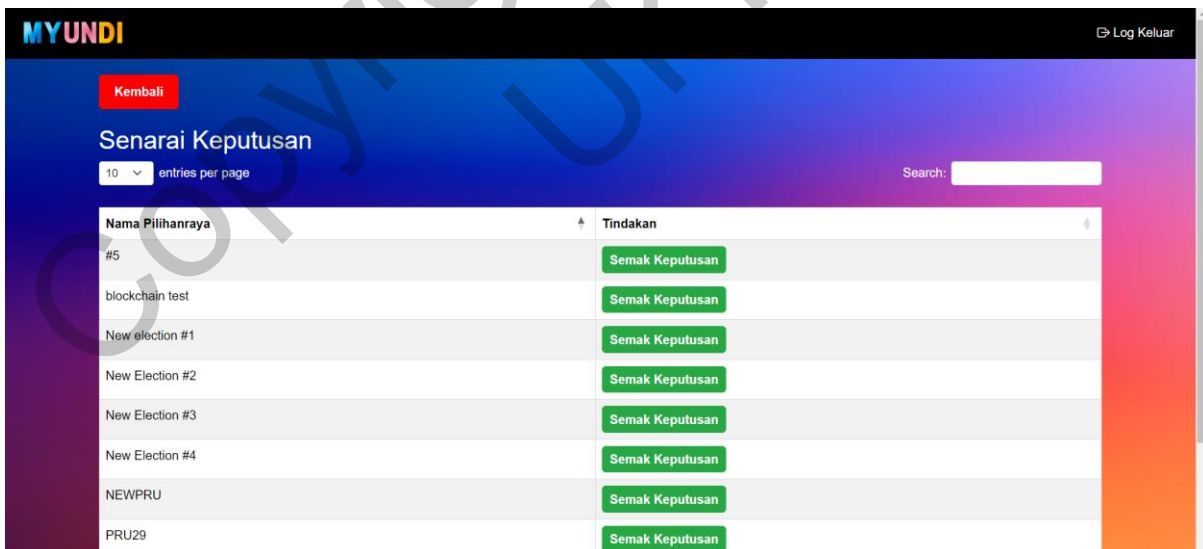


Rajah 6 Paparan Senarai Pilihanraya



Rajah 7 Paparan Kertas Undi

Setelah mengundi dan sesi pilihanraya tamat, pengundi boleh menyemak keputusan undian yang akan memaparkan jumlah undian online yang diperolehi oleh setiap calon yang terlibat di dalam pilihanraya melalui butang 'Semak Keputusan' pada halaman utama. Butang ini akan membawa pengguna ke halaman senarai pilihanraya dan pengguna boleh memilih untuk melihat informasi pilihanraya yang telah tamat. Rajah 8 memaparkan paparan senarai pilihanraya yang boleh disemak keputusannya dan Rajah 9 memaparkan paparan keputusan bagi pilihanraya yang telah dipilih di dalam bentuk jadual.



Rajah 8 Antara Muka Senarai Keputusan Pilihanraya

MYUNDI Log Keluar

Keputusan Undian - PRU50

Tempoh Undian: 2024-07-16 14:18:00 to 2024-07-16 14:18:00

10 entries per page Search:

Parti	Calon	DUN	Undian
Party A	Ahmad	BATU UBAN	1
Party B	Raju	BATU UBAN	0

Showing 1 to 2 of 2 entries « 1 »

Rajah 9 Antara Muka Keputusan Pilihanraya

Setelah pengguna mengundi, undian akan direkodkan ke dalam blockchain local yang dilancarkan melalui Ganache dan senarai undian yang berlaku boleh disenaraikan oleh pemilik kontrak untuk tujuan audit. Rajah 10 menunjukkan aplikasi ganache yang memaparkan blok yang digali untuk menyimpan transaksi undian. Setiap transaksi adalah disulitkan di dalam blockchain. Selain itu, blockchain mempunyai ciri tidak berubah yang menyebabkan penyerang jahat tidak boleh mengubah data yang disimpan di dalam blockchain. Hal ini kerana setiap transaksi perlu dijejakkkan semula kepada blok sebelumnya yang menjamin integriti dan ketelusan undian. Rajah 11 pula menunjukkan antaramuka pemilik kontrak meihat senarai maklumat undian.

Ganache

ACCOUNTS BLOCKS TRANSACTIONS CONTRACTS EVENTS LOGS

SEARCH FOR BLOCK NUMBERS OR TX HASHES

CURRENT BLOCK 20 GAS PRICE 2000000000 GAS LIMIT 6721975 HARDFORK MERGE NETWORK ID 5777 RPC SERVER HTTP://127.0.0.1:7545 MINING STATUS AUTOMINING WORKSPACE PERPETUAL-RAT SWITCH

BLOCK	MINED ON	GAS USED	TRANSACTION
20	2024-07-16 14:17:21	119738	1 TRANSACTION
19	2024-07-16 14:09:17	119738	1 TRANSACTION
18	2024-07-16 13:48:49	119726	1 TRANSACTION
17	2024-06-06 09:35:31	119738	1 TRANSACTION
16	2024-06-05 22:58:00	119738	1 TRANSACTION
15	2024-05-26 18:16:34	136922	1 TRANSACTION
14	2024-05-26 18:14:31	679793	1 TRANSACTION
13	2024-05-26 18:13:54	679793	1 TRANSACTION
12	2024-05-26 18:11:21	100987	1 TRANSACTION
11	2024-05-26 18:07:37	100987	1 TRANSACTION
10	2024-05-26 18:03:17	100987	1 TRANSACTION

Rajah 10 Antara Muka Ganache

```

Command Prompt
C:\xampp\htdocs\MYUndi\contracts>node getVotes
All Votes: [
  [
    '11111071111',
    'Party A',
    'Blockchain A',
    '10',
    userId: '11111071111',
    partyVoted: 'Party A',
    candidateName: 'Blockchain A',
    electionId: '10'
  ],
  [
    '020725070021',
    'Party A',
    'Awang',
    '11',
    userId: '020725070021',
    partyVoted: 'Party A',
    candidateName: 'Awang',
    electionId: '11'
  ],
]

```

Rajah 10 Paparan Senarai Informasi Undian

Pengujian

Ujian Penerimaan Pengguna (UAT), yang dilakukan pada kebanyakan projek IT, kadangkala dipanggil ujian beta atau ujian pengguna akhir, ialah fasa pembangunan perisian di mana perisian itu diuji di dunia nyata oleh khalayak atau wakil perniagaan yang dimaksudkan. Tujuan utamanya adalah untuk mengesahkan bahawa produk itu memenuhi keperluan sebenar pengguna yang dimaksudkan dan sejajar dengan keperluan perniagaan.

Jadual 2 menunjukkan skor min yang diterima daripada setiap bahagian, bahagian niar mengundi menerima skor min adalah yang tertinggi dengan skor min 4.93 di mana bahaian antara muka pentadbir adalah yang paling rendah dengan skor min 4.27. Walaubagaimanapun, min keseluruhan ialah 4.67 yang dianggap Tinggi kerana ia melebihi 3.65 seperti mengikut Jadual 1.

Bahagian	Skor Min
Antara Muka Pentadbir	4.27
Antara Muka Pengundi	4.73
Kemudahan Penggunaan	4.64
Keyakinan	4.84
Ciri-ciri	4.43
Niat Mengundi	4.93
Keseluruhan Aplikasi (berdasarkan borang)	4.84

Jadual 2 Skor Min Ujian Penerimaan Pengguna mengikut bahagian

Ujian keselamatan aplikasi web pula berfokuskan pada mengenal pasti dan mengurangkan kelemahan. Ujian untuk suntikan SQL untuk menghalang capaian dan pengubahsuaian pangkalan data yang tidak dibenarkan. Selain itu, kami ujian serangan XSS dijalankan untuk melindungi daripada suntikan skrip berniat jahat. Untuk memastikan integriti data dan menghalang akses tanpa kebenaran, mekanisme kebenaran diuji dengan teliti, mengesahkan bahawa hanya pengguna yang dibenarkan boleh melakukan tindakan tertentu dalam aplikasi.

Sebaliknya, Jadual 3 menunjukkan keputusan Ujian Keselamatan. Secara keseluruhannya, aplikasi ini lulus ketiga-tiga kes ujian yang disenaraikan di bawah.

Kes Ujian	Keputusan
Suntikan SQL	Lulus
Skrip Merentas Tapak	Lulus
Pengesahan dan Keizinan	Lulus

Jadual 3 Keputusan Ujian Keselamatan

Ujian kebolegunaan telah dijalankan melalui penilaian sendiri dan pemerhatian yang dibuat semasa UAT. Objektif utama adalah untuk menilai kemesraan pengguna dan sifat intuitif antara muka dan aliran kerja aplikasi. Melalui penilaian sendiri, tugas seperti pendaftaran pengguna, pengundian dan melihat keputusan pilihan raya telah dilakukan untuk menilai kemudahan navigasi dan interaksi. Jadual 4 menunjukkan keputusan ujian kebolegunaan. Secara keseluruhannya, ujian kebolegunaan dapat dilaksanakan dengan jayanya dan menunjukkan keputusan yang positif berdasarkan kes ujian dan langkah-langkah ujian yang dicadangkan

Cadangan Penambahbaikan

Beberapa penambahbaikan masa depan dapat dicadangkan. Pertama, melaksanakan sistem pada infrastruktur awan akan meningkatkan skalabiliti, kebolehpercayaan, dan kebolehcapaian, menjadikannya lebih sesuai untuk pemilihan berskala besar. Peningkatan berterusan dalam protokol keselamatan juga penting untuk melindungi daripada ancaman yang muncul, termasuk audit keselamatan secara berkala dan penggabungan teknik penyulitan. Selain itu, melaksanakan program latihan pengguna yang komprehensif dan sistem sokongan dapat membantu meningkatkan literasi digital dan memastikan penggunaan sistem pengundian yang berkesan.

KESIMPULAN

Kesimpulannya, aplikasi MYUndi mewakili kemajuan yang signifikan dalam memodenkan proses pengundian melalui teknologi. Ia menunjukkan banyak kekuatan dalam keselamatan, ketelusan, dan kecekapan, tetapi menangani kelemahan semasa dan menggabungkan penambahbaikan masa depan yang dicadangkan akan meningkatkan keberkesanan dan kebolehcapaian. Peningkatan ini akan membuka jalan untuk penerimaan dan kepercayaan yang lebih luas dalam sistem pengundian digital, yang akhirnya menyumbang kepada proses pemilihan yang lebih selamat dan telus.

Kekuatan Sistem

Salah satu kekuatan utama MYUndi adalah keselamatannya yang dipertingkatkan, dicapai melalui penggunaan teknologi blockchain. Sifat blockchain yang tidak boleh diubah memastikan undi tidak boleh diubah setelah direkodkan, mengekalkan integriti proses pemilihan. Selain itu, sistem ini menawarkan ketelusan dengan membolehkan pengundi mengesahkan bahawa undi mereka dikira dengan tepat, dengan itu meningkatkan kepercayaan

terhadap proses pemilihan. Aplikasi ini juga direka untuk mudah diakses, dengan antara muka memudahkan penggunaan bagi individu dengan tahap kemahiran teknikal yang berbeza. Tambahan pula, sifat digital sistem ini menyelaraskan proses pengundian, mengurangkan masa dan sumber yang diperlukan untuk pemilihan dan memastikan penjumlahan dan pengumuman keputusan yang cepat.

Kelemahan Sistem

Aplikasi ini mempunyai beberapa kelemahan. Sistem ini kini dikerahkan secara tempatan, yang bermaksud skalabiliti dan prestasinya dalam senario dunia nyata dengan sebilangan besar pengguna belum diuji sepenuhnya. Walaupun direka untuk mesra pengguna, aplikasi ini masih memerlukan tahap literasi digital dan akses kepada teknologi tertentu, yang mungkin mengecualikan beberapa segmen populasi daripada menyertai proses pengundian.

PENGHARGAAN

Penulis kajian ini ingin ucapkan setinggi-tinggi penghargaan dan jutaan terima kasih kepada Assoc. Prof. Ts. Dr. Ravie Chandren Muniyandi, penyelia penulis kajian ini yang telah memberi tunjuk ajar serta bimbingan untuk menyiapkan projek ini dengan jayanya.

Penulis kajian ini juga ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang membantu secara langsung mahupun tidak langsung dalam menyempurnakan projek ini. Segala bantuan yang telah dihulurkan amatlah dihargai kerana tanpa bantuan mereka, projek ini tidak dapat dilaksanakan dengan baik. Semoga tuhan merahmati dan memberikan balasan yang terbaik.

RUJUKAN

- Antonopoulos, A. M., & Wood, G. 2018. Mastering Ethereum: Building Smart Contracts and DApps. O'Reilly Media.
- Anon. n.d.. What is Ethereum? . <https://ethereum.org/en/what-is-ethereum/> [31 October 2023]
- Anon. 2024, May 13. SQL injection. <https://www.geeksforgeeks.org/sql-injection/> [15 May 2024]
- Anon. 2022, November 28. What is Cross Site Scripting (XSS)? GeeksforGeeks. <https://www.geeksforgeeks.org/what-is-cross-site-scripting-xss/> [15 May 2024]
- Anon. 2022, March 22. Should Malaysia implement e-voting to overcome low voter turnout?. <https://www.astroawani.com/berita-malaysia/columnist-should-malaysia-implement-e-voting-overcome-low-voter-turnout-353024> [20 October 2023]
- Cabuk, U. C., Adiguzel, E., & Karaarslan, E. 2020, February 11. A survey on feasibility and suitability of blockchain techniques for the e-voting systems. <https://arxiv.org/abs/2002.07175> [15 November 2023]
- Drescher, D. 2017. Blockchain Basics: A Non-Technical Introduction in 25 Steps. Apress.

- Gillis, A. S. .2022, March 14. User acceptance testing (UAT). Software Quality. <https://www.techtarget.com/searchsoftwarequality/definition/user-acceptance-testing-UAT> [15 May 2024]
- Ta, K. 2020, November 27. Traditional vs agile SDLC: How to skyrocket your project with agile model. <https://agiletech.vn/traditional-sdlc-vs-agile-sdlc/> [31 October 2023]
- Welsh, B. (2023, March 15). Ulasan: Analisis undian etnik pru15 – bahagian 2: Siapa Keluar Mengundi?. <https://www.malaysiakini.com/news/658693> [20 October 2023]
- Wen, C. C. (2018). Blockchain-based Electronic Voting Protocol. <https://joiv.org/index.php/joiv/article/view/174> [31 October 2023]

Muhammad Shamim Bin Mohamed Rafi (A188552)
Assoc. Prof. Ts. Dr. Ravie Chandren Muniyandi
Fakulti Teknologi & Sains Maklumat
Universiti Kebangsaan Malaysia