

APLIKASI BERBASIS BLOCKCHAIN DALAM DUNIA PENDIDIKAN DENGAN METODE *SYSTEMATICS REVIEW*

Qurotul Aini¹, Untung Rahardja², Nuke Puji Lestari Santoso³, Anggun Oktariyani⁴

^{1,2,3,4}Universitas Raharja

Jl. Jenderal Sudirman No.40, RT.002 / RW.006, Cikokol, Kota Tangerang, Indonesia

¹aini@raharja.info, ²untung@raharja.info, ³nuke@raharja.info, ⁴anggun.oktariyani@raharja.info

Page | 58

Abstrak— Penemuan teknologi baru serta koneksi yang meluas berperan penting pada aspek kehidupan sehari-hari. Dengan perkembangan teknologi saat ini sistem pendidikan yang terbaru telah dikembangkan namun mengalami kendala terkait proses pembelajaran, pembayaran, kepercayaan siswa, serta sertifikasi sertifikat. Dengan begitu, teknologi blockchain hadir memperoleh sorotan yang besar dari para periset serta praktisi. Perihal ini atensi yang paling utama disebabkan oleh fitur unik yang dimiliki teknologi blockchain yaitu terkait sistem desentralisasi, keamanan, serta dalam berbagi data. Penyelesaian dalam permasalahan pembelajaran bersumber pada teknologi blockchain. Dengan metode terpercaya serta terdistribusi dalam menyimpan catatan pendidikan pada teknologi blockchain, terciptanya sistem berbagi dalam sumber pembelajaran, berbagi sertifikat digital yang kredibel, serta mengamankan intelektual lewat enkripsi informasi. Riset menampilkan bahwa integrasi pertumbuhan teknologi blockchain merupakan tren yang sangat efektif dalam dunia pendidikan. Penyimpanan informasi blockchain menggunakan database terdistribusi, dan sebagai pencatat blok data. Dalam tahapan penyusunan bersumber pada stempel waktu. Pada bok informasi yang baru tidak bisa dihilangkan. Meminimalisir penghancuran informasi serta menurunkan tingkat penipuan adalah fungsi dari algoritma kriptografi. Dalam perkembangan, hampir seluruh pembelajaran sentralisasi memberikan kursus mutu yang monoton. serta kurangnya pengakuan publik atas sistem sertifikasi yang efisien. Pencatatan informasi penyusunan teknologi blockchain memberikan metode yang efektif dalam pencatatan informasi pembelajaran Ulasan ini merupakan Tinjauan sistematis studi menyelidiki aplikasi pembelajaran berbasis blockchain. Dalam Suatu analisis hasil rinci dari tiap tema dicoba dan juga dialog intensif berdasarkan penemuan. Tinjauan ini juga menawarkan wawasan ke wilayah pembelajaran yang lain yang bisa mengambil faedah dari teknologi blockchain.

Kata Kunci— Pendidikan Blockchain, teknologi blockchain, sistem sentralisasi, transkrip elektronik

Abstract— The discovery of new technologies and expanding connections play an important role in aspects of everyday life. With current technological developments, a new education system has been developed but is experiencing obstacles related to the learning process, payments, student trust, and certificate certification. That way, blockchain technology is here to get a big spotlight from researchers and practitioners. This concern is mainly due to the unique features of blockchain technology, namely related to decentralized systems, security, and data sharing. The solution to learning problems comes from blockchain technology. With a trusted and distributed method of storing educational records on blockchain technology, creating a sharing system in learning resources, sharing credible digital certificates, and securing intellectuals through information encryption. Research shows that the integration of blockchain technology growth is a very effective trend in education. Blockchain information storage using distributed databases, and as a logger of data blocks. In the preparation stage, the source is the time stamp. The new information box cannot be removed. Minimizing information destruction and lowering the rate of fraud are functions of cryptographic algorithms. In its development, almost all centralized learning provides monotonous quality courses. as well as a lack of public recognition of an efficient certification system. The information recording of blockchain technology arrangement provides an effective method of recording learning information. This review is a systematic review of studies investigating blockchain-based learning applications. In an analysis the detailed results of each theme were tried out as well as intensive dialogue based on the findings. This overview also offers insights into other areas of learning that could take advantage of blockchain technology.

Keywords— Blockchain education, blockchain technology, centralized system, electronic transcripts

I. PENDAHULUAN

Teknologi Blockchain hadir diperkenalkan pada tahun 2008. Awal mula difungsikan sebagai peer-to-peer Ledger akan didaftarkan transaksi Bitcoin cryptocurrency [1]. Tujuannya adalah untuk memungkinkan pengguna dalam melakukan transaksi mereka secara langsung serta dapat menghilangkan perantara pihak ketiga. Untuk mencapainya blockchain dirancang selaku jaringan desentralisasi dari peer node. Tiap node dalam jaringan: (1) mempunyai salinan buku transaksi, (2) menerima konsensus dari node lain dalam jaringan dan dicatat dalam sebuah data ke dalam buku besar (3) memberitakan setiap transaksi yang dibuat dari pengguna ke node lain dalam jaringan, dan (4) pemeriksaan ulang yang teratur pada buku besar sehingga identik dengan seluruh jaringan [2]. Seiring berkembangnya popularitas pada Bitcoin, peneliti dan praktisi sadar betul bahwa teknologi yang mendasarinya memiliki potensi yang sangat besar [3]. Kelebihan khas Teknologi Blockchain termasuk immutability, transparansi, dan kepercayaan diketahui berfungsi tidak hanya dalam cryptocurrencies namun juga banyak pada bidang lainnya. Oleh sebab itu, bertambahnya jumlah aplikasi berbasis Blockchain banyak dikembangkan dalam berbagai bidang [4].

Gatteschi, et al. menyatakan bahwa [5], pengembangan aplikasi berbasis blockchain terbagi menjadi tiga tahap utama: blockchain 1.0, 2.0, dan 3.0. Blockchain 1.0 digunakan untuk cryptocurrencies dan berfokus pada fasilitasi transaksi tunai sederhana. Lalu, Blockchain 2.0 hadir untuk properti dan kontrak cerdas. Kontrak cerdas ini diberlakukan dalam kondisi dan kriteria tertentu yang wajib dipenuhi sebelum mendaftarkan diri pada blockchain. Pendaftaran berlangsung tanpa campur tangan dari pihak ketiga. Dalam Blockchain 3.0, meningkatnya aplikasi yang dikembangkan di berbagai zona seperti pemerintah, pendidikan, kesehatan, dan ilmu pengetahuan.

Beberapa lembaga pendidikan sudah mulai memanfaatkan teknologi blockchain. meskipun penggunaan aplikasi Blockchain dalam dunia pendidikan masih dalam tahapan dini. Namun sejumlah lembaga ini memanfaatkan aplikasi Blockchain untuk keperluan verifikasi serta berbagi sertifikat akademik atau pencapaian hasil belajar siswa [6]. Akan tetapi, sejumlah peneliti meyakini akan teknologi blockchain mempunyai penawaran lebih banyak dan sesungguhnya mampu merubah lapangan. Nespov menyatakan bahwa Blockchain mampu melemahkan kedudukan sentral lembaga pendidikan menjadi agen sertifikasi serta memberi keleluasaan belajar siswa yang lebih banyak.

Walaupun kapasitas referensi tentang pemakaian aplikasi blockchain dalam dunia pendidikan telah bertambah dalam beberapa tahun terakhir, masih terfragmentasi serta tidak terdapat tinjauan sistematis yang belum dicoba pada topik tersebut. Dengan

demikian kajian tersebut sangat berarti mengasung gambaran negara-of-The-Art pada topik serta memberi penjelasan praktik berbasis bukti. Dengan begitu, artikel ini memberi peran yang sah dan efisien pada artikel teknologi pendidikan dengan meneliti bagaimana teknologi blockchain dimanfaatkan dalam dunia pendidikan. Peneliti dengan keinginan tinggi sangat berpengaruh besar terhadap bidang pendidikan serta target audiens yang menjadi utama adalah manajer, pembuat kebijakan, akademisi [7].

II. METODOLOGI

Pembahasan ini membutuhkan sebagai peninjau sistematis yang dibuat eksplisit kepada pembaca. Tidak hanya itu, persoalan riset yang diformulasikan dengan baik bisa tingkatkan lebih efektif dari Tinjauan sistematis serta memisahkan waktu serta anggaran agar memperoleh postingan yang relevan. Mengevaluasi kualitas mutu pada artikel. Dalam tahap ini, pembahas artikel perlu menetapkan artikel yang mempunyai kualitas agar dimasukkan dalam peninjauan sistematis. Mula-mula, Adanya standar kualitas minimum untuk inklusi pada ulasan sistematis, mengecualikan artikel yang tidak memenuhi standar peninjauan perlu digunakannya evaluasi kualitas. Selanjutnya, dalam semua Tinjauan sistematis, perlu terdapat semacam evaluasi mutu karena kualitas review bergantung pada sebagian besar mutu artikel yang disertakan.

Memperoleh data dari artikel. Lalu setelah pengenalan semua artikel yang akan dimasukkan dalam review, para pengulas perlu memperoleh data yang sesuai dari tiap seniicle secara sistematis. Informasi ini wajib digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan sesi sintesis. Tipe informasi yang hendak diperoleh ditetapkan pada permasalahan riset yang ditetapkan sepanjang sesi awal peninjauan.

Untuk mendapatkan artikel yang relevan yaitu dengan memanfaatkan kode data ilmiah selaku sumber utama untuk menentukan kualitas dari tinjauan ini, serta tidak adanya penilaian kualitas yang dilakukan. Lalu, pencarian pada Google Cendekia diperuntukkan untuk artikel yang ditinjau oleh kerabat yang diterbitkan oleh penyiar utama untuk memutuskan berperan dalam ulasan ini. Oleh sebab itu, adanya kemungkinan kami untuk dapat menyertakan sebuah artikel yang berkualitas. Untuk memperoleh data dari studi yang disertakan perlu menggunakan Formulir ekstraksi data . Format ini dibangun secara khusus untuk diulas dan mengacu pada gambar dibawah ini. Bentuk ini berisi pada 7 proses seperti gambar dibawah ini.



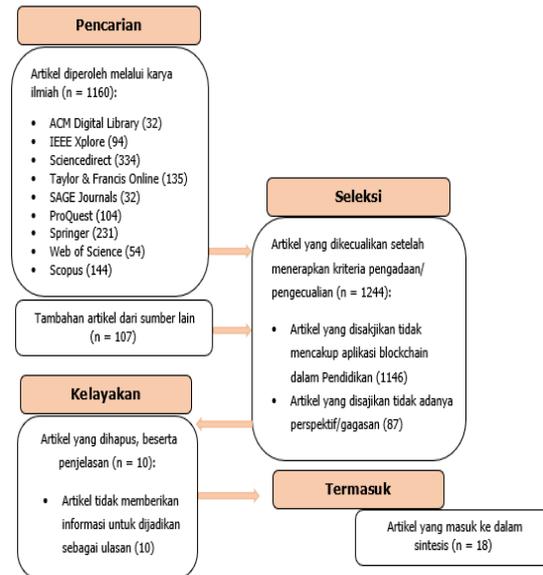
Gbr. 1 Proses klasifikasi artikel

Setelah memperoleh informasi, analisis informasi dilakukan. Informasi yang diperoleh dianalisis menggunakan empat tema utama yang telah ditetapkan sebelumnya melalui pertanyaan penelitian. Tema yang disertakan yaitu: sistem operasi, fungsi, tantangan, dan wilayah masa depan dari sebuah sistem. Untuk masing-masing tema utama ini, beberapa sub-tema muncul melalui analisis informasi.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sejumlah 1160 artikel yang diperoleh dari 10 karya ilmiah. Lalu 107 artikel tambahan didapatkan melalui pencarian Google Cendekia. Pada tahap pemeriksaan artikel ini, pada judul dan abstrak, telah mengecualikan sebanyak 1244 artikel. Sejumlah besar artikel yang dikecualikan karena artikel ini (1146) yang mereka sajikan tidak mencakup aplikasi teknologi blockchain dalam pendidikan. Serta sebanyak 87 artikel tambahan dikecualikan karena artikel tersebut tidak mencakup efektif yang mendasari perspektif atau gagasan. Selebihnya 38 artikel diselidiki untuk salinan, diperoleh sebanyak 10 artikel yang ditinggalkan, sebanyak 28 artikel guna membaca teks secara detail.

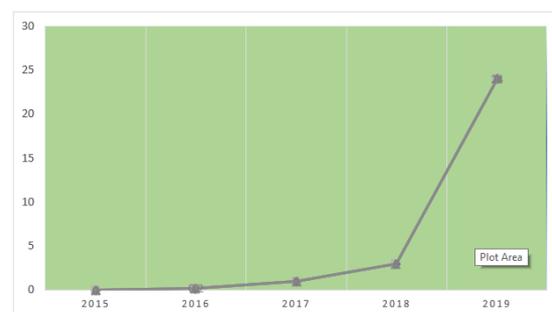
Selama membaca teks dengan detail, dengan gamblang menyatakan bahwa sebanyak 10 artikel perlu dihapus sebab artikel tidak memberi informasi lengkap untuk diulas. Kesimpulan yang didapat bahwa sebanyak 18 artikel yang dianggap layak untuk dimasukkan dalam review sistematis dan termasuk dalam proses memperoleh data. Amati gambar dibawah ini untuk tujuan akhir dari proses peninjauan.



Gbr. 2 Flowchart proses peninjauan sistematis.

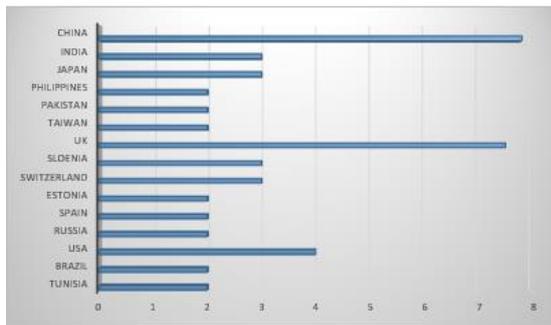
A. Tahun Penerbitan dan daerah geografis

Pembagian artikel untuk tahun penerbitan, disajikan pada gambar dibawah ini. Seperti dapat dilihat, Seluruh artikel yang termasuk ke dalam 4 tahun terakhir, secara totalitas mengalami banyak peningkatan yang sangat pesat dalam jumlah publikasi. Dapat dilihat, Secara keseluruhan mengalami kenaikan yang pesat tercatat dalam kurun waktu 4 tahun terakhir. Sedangkan terdapat satu artikel yang terbit pada tahun 2016, data ini 3 kali lipat pada tahun 2017. Setelah itu, tahun 2018 mencapai 23 artikel.



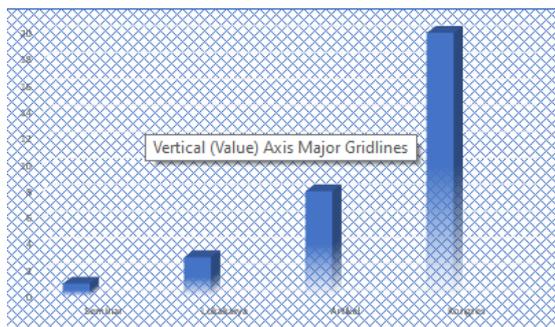
Gbr 3. Penerbitan tahun ditampilkan

Perlu diketahui bahwa 4 artikel yang terbit pada bulan april di tahun 2020, pada saat pengumpulan informasi selesai, terdapat dalam tinjauan ini namun tidak diberitakan pada gambar 3. Pada sebab itu, pada tahun 2020 tidak adanya cerminan yang akurat tahun 2020.



Gbr. 4 Diambil melalui ilmu geografis yang dikembangkan

Pembagian penerbitan artikel ditunjukkan pada gambar 4. Hampir sebagian artikel yang terbit pada proses konferensi sebesar 68%. 7 artikel diterbitkan dalam jurnal sebesar 23% dan 7% terbit dalam 3 artikel pada colloquium dan proses lokakarya. Tempat penerbitan Institut Elektrikal dan Electronic Engineers (IEEE) umumnya menerbitkan sejumlah 9 artikel. Kurang lebih dari 55% tempat teknis yang berkaitan meliputi masalah dengan rekayasa, teknologi, atau telekomunikasi dan 45% yaitu lembaga pendidikan yang meliputi masalah yang berkaitan dengan sistem teknologi dalam pembelajaran seperti pada umumnya.



Gbr. 5 Pembagian tempat penerbitan

B. Aplikasi Blockchain dalam dunia pendidikan

Pada gambar 6, berbagai macam aplikasi teknologi blockchain sudah banyak meluas dengan tujuan pembelajaran. Aplikasi ini dapat dikategorikan ke dalam 12 jenis yaitu: Mengelola sertifikat, kemampuan dan mengolah hasil pembelajaran, evaluasi hasil kemampuan belajar siswa, menjaga objek pembelajaran, menjaga suasana lingkungan belajar yang kondusif, layanan jasa pembayaran secara debit dan kredit, Mempermudah persetujuan berbasis digital, manajemen Olimpiade, mengelola hak paten, menumbuhkan minat siswa dalam pembelajaran online, meninjau pengawasan serta membantu pembelajaran selama hidup [8].

| Jenis | Referensi |
|--|---|
| Mengolah Sertifikat | Argani and W. Taraka [7], M. Yusup, Q. Aini, D. Apriani, and P. Nursaputri [8], U. Rahardja, E. P. Harahap, and D. D. Christianto [9]. |
| Kemampuan dan mengolah hasil pembelajaran | M. Hori et al., [10] S. Sychov and A. Chirtsov [11], Q. Aini, N. Lutfiani, F. Hanafi, and U. Rahardja [12], Q. Aini, N. Lutfiani, F. Hanafi, and U. Rahardja [12], Q. Aini, M. Budiarto, P. O. Hadi Putra, A. Khoirunisa, N. P. L. Santoso [13]. |
| Evaluasi hasil kemampuan belajar siswa | S. Sutandi [14], P. Williams [15], Q. Liu, Q. Guan, X. Yang, H. Zhu, G. Green, and S. Yin [16]. |
| Menjaga objek pembelajaran | M. Hori et al., [10] S. Sychov and A. Chirtsov [11], Q. Aini, N. Lutfiani, F. Hanafi, and U. Rahardja [12], Q. Aini, N. Lutfiani, F. Hanafi, and U. Rahardja [12], Q. Aini, M. Budiarto, P. O. Hadi Putra, A. Khoirunisa, N. P. L. Santoso [13] S. Sutandi [14], P. Williams [15], Q. Liu, Q. Guan, X. Yang, H. Zhu, G. Green, and S. Yin [16]. |
| Menjaga suasana lingkungan belajar yang kondusif | Q. Liu, Q. Guan, X. Yang, H. Zhu, G. Green, and S. Yin [16], M. Hori et al., [10] |
| Layanan jasa pembayaran secara debit dan kredit | M. C. I. Putri, P. Sukarno, and A. A. Wardana [17] Q. Aini, N. Lutfiani, F. Hanafi, and U. Rahardja [12] |
| Mempermudah persetujuan berbasis digital | Herianto, Yayan [18], KZU, P., & WIBOWO, D. F. H. S. [19], I. Santoko and R. Rosidi [20], H. F. Putra, W. Wirawan, and O. Panangsang [21] |
| Manajemen Olimpiade | A. Z. Ausop and E. S. N. Aulia [1], P. Williams [15], M. C. I. Putri, P. Sukarno, and A. A. Wardana [17], S. I. NOVISARI [22], Y. Taratuhita, Z. Ardeeva, and D. Mirisih [23] |
| Mengelola hak paten | P. Aan Priyatna [24], M. H. Dardiri [25], Sudaryono, U. Rahardja, and E. P. Harahap [26] |
| Menumbuhkan minat siswa dalam pembelajaran online | Q. Aini, T. Hariguna, P. O. H. Putra, and U. Rahardja [27], B. Setiawan and S. De Lagarde [28] |
| Memeriksa ulang | T. Hariguna, E. P. Harahap, and Salsabila [28], S. Sychov and A. Chirtsov [11], Q. Aini, N. Lutfiani, F. Hanafi, and U. Rahardja [12]. |
| Meninjau pengawasan serta membantu pembelajaran selama hidup | I. Mitchell, S. Hara, and M. Sheriff [30], M. Yeni and D. Kumala [31] |

Gbr. 6 Aplikasi yang menggambarkan pada artikel saat ini ditinjau

Sejumlah artikel terdapat lebih dari satu, kategori. ¹ Sistem diajukan. Karakteristik dipaparkan namun belum ada penerapan yang telah ada. ² Aplikasi telah banyak diperluas dan saat ini tengah dipergunakan. ³ Beberapa tahapan dari aplikasi telah diperluas dan diperbaiki namun masih belum difungsikan secara sungguh oleh pengguna.

Sebanyak 31 artikel hanya 13 artikel yang disertakan dalam pembahasan ini memperoleh persentase sebanyak 41% dalam mempergunakan aplikasi sebagai pengolah dalam proses publikasi, Pengarsipan serta berbagi sertifikat pembelajaran siswa. Sejumlah besar aplikasi dipusatkan dalam mengelola sertifikat. Tetapi, 29% aplikasi blockchain difungsikan sebagai penyimpanan serta berbagi hasil kompetensi dalam pembelajaran yang telah dicapai oleh siswa dibahas dalam 9 artikel. Jenis ini berpusat untuk evaluasi mengolah kemampuan minat siswa. Lalu 19% dari 6 artikel mengenalkan aplikasi yang dapat difungsikan oleh perusahaan yang mengacu pada prestasi akademik siswa untuk tujuan evaluasi keterampilan profesional siswa [9]. Jenis keempat berhubungan dengan menjaga objek pembelajaran dari perusakan serta modifikasi yang ilegal, serta 6% mencakup 2 artikel. Jenis kelima didapati dalam peninjauan artikel mengenai lingkungan pembelajaran yang kolaboratif. Penerapan aplikasi blockchain untuk memberi ruang serta mendapat keamanan untuk menunjang pembelajaran yang kolaboratif. Jenis keenam 6% yang mencakup dalam 2 artikel

membahas tentang layanan jasa pembayaran debit dan kredit secara digital. Aplikasi sangat berguna dalam memberi keamanan serta kepaduan yang tinggi dalam teknologi blockchain guna memperoleh fasilitas debit/kredit secara digital yang lebih efisien serta aman .

Page | 62

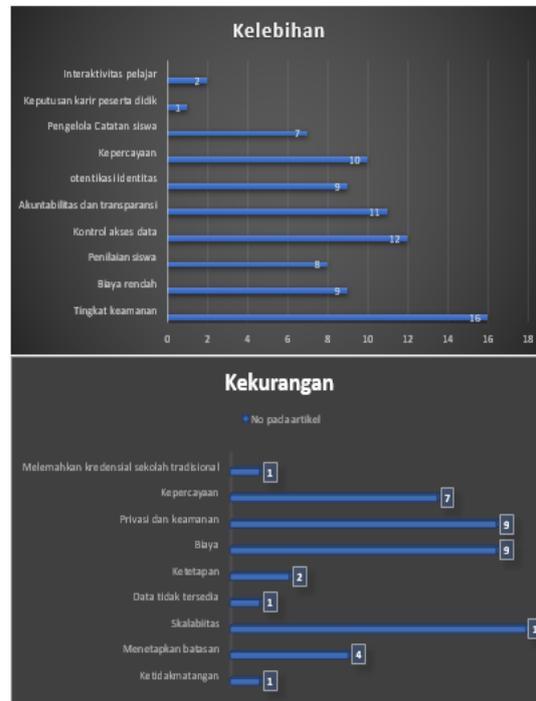
Enam jenis terakhir disuguhkan ke dalam 1 artikel. Yang ketujuh berpusat untuk memperoleh persetujuan data dari wali hukum. Yang ke delapan mengenai bagaimana mengelola olimpiade akademik dan meningkatkan kemudahan serta keterbukaan dalam pelaksanaan olimpiade. Yang kesembilan berhubungan tentang mengelola hak cipta serta melestarikan hak paten materi dalam pembelajaran. Kesepuluh yang berpusat dalam meningkatkan aktivitas siswa dalam proses pembelajaran online dengan kelebihan mendapat mata uang digital. Kesebelas mengenai pengawasan serta dalam berbagi artikel ujian. Yang terakhir berpusat untuk menunjang pembelajaran sepanjang hidup dengan mendukung para siswa dalam menjadikan pusat dari proses belajar dengan data yang terkait.

Sebanyak 31 artikel yang termasuk ke dalam ulasan ini terdapat 13% mendeskripsikan aplikasi yang sudah dikembangkan dan tengah dipergunakan yang terdapat dalam 4 artikel. Terdapat 16 artikel sebesar 51% beberapa tahapan aplikasi yang diajukan dalam pengembangan dan evaluasi namun belum dapat dipergunakan oleh pengguna sesungguhnya. Aplikasi diajukan serta mendeskripsikan fitur namun belum ada penerapan yang nyata.

C. Manfaat yang diperoleh Blockchain dalam dunia pendidikan

Artikel yang disoroti ada sebanyak 10 macam jenis perbedaan manfaat yang dapat mendukung blockchain ke pendidikan (Lihat gambar 7). Keamanan sebagai manfaat pertama yang disoroti. Tujuh belas artikel (55%) mengendalikan keamanan sebagai keuntungan penting dalam penyatuan teknologi blockchain dalam dunia pendidikan. Keamanan meliputi penjagaan data , privasi, dan integritas. Membuat pengaturan yang lebih baik dalam menjaga data siswa terhadap seseorang yang akan mengakses data tersebut. Manfaat ini ditunjukkan oleh 12 artikel (39%) dan menjadi manfaat kedua dari keuntungan teknologi blockchain dalam dunia pendidikan . Beberapa hal yang ditunjukkan oleh 11 artikel (36%) menjadi manfaat ketiga yaitu memajukan kelayakan dan kejelasan. Manfaat keempat yang diangkat oleh teknologi blockchain dalam dunia pendidikan adalah menaikkan kepercayaan. Berdasarkan 10 artikel (32%), teknologi blockchain bisa membentuk kepercayaan antara semua pihak yang ditujukan dan memudahkan komunikasi di antara mereka. Manfaat kelima teknologi blockchain dalam dunia pendidikan adalah menurunkan biaya. Menurut sembilan artikel (29%) tersebut, teknologi blockchain bisa mendukung memangkas biaya yang tidak perlu terikat dengan transaksi dan penyimpanan data. Manfaat keenam

terikat atas keabsahan. Terdapat sembilan artikel (29%) mengungkapkan bahwa teknologi blockchain dapat amat berguna dalam mengautentikasi identitas siswa juga sertifikat digital mereka.



Gbr. 7 tantangan yang diperoleh dalam dunia pendidikan

Fungsi ketujuh berkaitan dengan penilaian siswa. Delapan artikel (26%) memberitakan bahwa peningkatan teknologi blockchain dapat memberikan hasil pembelajaran dan kemampuan penilaian siswa. Pengembangan terhadap pertukaran data dan pengelolaan catatan mahasiswa yang telah ada merupakan manfaat kedelapan yang ditunjukkan oleh tujuh artikel (23%). Dalam dua artikel (6%) menjelaskan manfaat kesembilan yaitu, meluaskan interaktivitas dan interoperabilitas pola pelajar. Dan yang terakhir, terdapat satu artikel memfokuskan bahwa teknologi blockchain dapat sangat membantu dalam mendukung keputusan karir pelajar yang menjadi Kegunaan terakhir terkait dengan masa depan karir pelajar.

D. Tantangan mengangkat teknologi Blockchain dalam dunia pendidikan

Terdapat 9 Jenis tantangan yang ditunjukkan dalam artikel yang diamati (Lihat gambar 7). Skalabilitas blockchain menjadi tantangan yang pertama. Peningkatan jumlah transaksi di jaringan blockchain memicu peningkatan ukuran blok, hal tersebut tercatat dalam Sepuluh artikel (32%). Dan pada akhirnya akan meningkatkan latensi transaksi. Privasi dan keamanan blockchain menjadi tantangan terkait kedua. Membicarakan berbagai jenis masalah keamanan dan privasi yang dapat dialami saat memanfaatkan teknologi blockchain tercatat pada sembilan artikel (29%) membahas hal tersebut. seperti serangan jahat

dan kebocoran data [10].

Tantangan ketiga dalam mengangkat teknologi blockchain dalam dunia pendidikan yaitu biaya mengadopsi teknologi ini. Menghitung biaya daya, biaya mengubah infrastruktur saat ini, biaya waktu akibat transaksi yang lambat, dan biaya untuk mengelola data berukuran besar [11]. Dari aspek tersebut, merupakan tantangan yang dibahas oleh Sembilan artikel (29%). Kepercayaan merupakan Tantangan keempat yang terkait. Institusi pendidikan masih sungkan memberikan datanya di jaringan blockchain. hal itu ditunjukkan pada Tujuh artikel (23%). Tantangan kelima yang ditunjukkan oleh empat artikel (13%) adalah memastikan batas-batas adopsi teknologi blockchain. Berdasarkan empat artikel ini, institusi pendidikan bisa jadi merasa sulit untuk menentukan data dan layanan seperti apa yang harus ditawarkan melalui jaringan blockchain. Keabadian yang di perlihatkan di dua artikel (6%), membentuk fitur utama dari blockchain, bisa menjadi tantangan untuk adopsi teknologi blockchain di bidang pendidikan. Keabadian dapat mempersulit lembaga pendidikan untuk melaksanakan undang-undang penyimpanan informasi baru atau mengoreksi data yang tidak akurat. Hal itu yang dijelaskan pada artikel-artikel ini. Satu artikel (3%) memberitakan blockchain masih mengalami beberapa masalah ketidakdewasaan seperti kegunaan yang buruk dan pengaturan yang kompleks. Hal itu menjadi tantangan ketujuh. Yaitu, Ketidakdewasaan teknologi blockchain. Tantangan selanjutnya adalah tidak tersedianya data. Dilaporkan satu artikel (3%), menempatkan manajemen data ditangan pengguna sendiri bisa membuat data ini tidak tersedia dan dapat memengaruhi aplikasi yang bergantung pada data ini. Di salah satu artikel yang dipelajari (3%) menjadi tantangan yang terakhir. Yaitu, melemahkan nilai kredensial sekolah tradisional. Artikel ini menjelaskan, blockchain bisa memungkinkan siswa untuk berlaku sebagai pencatat pencapaian pendidikan seumur hidup mereka kemudian dapat melemahkan peran utama lembaga pendidikan sebagai agen sertifikasi .

E. Perkembangan teknologi blockchain dalam dunia pendidikan

Meski jumlah aplikasi berbasis blockchain telah meningkat untuk tujuan pembelajaran, beberapa dari mereka yang dipublikasikan [9]. Setelah pembahasan sebelumnya, aplikasi ini dapat digolongkan ke dalam 12 bagian utama. Pada tiap bagian berbicara mengenai keyakinan, privasi serta keamanan dalam dunia pendidikan. Bagian pertama dipusatkan pada sejumlah aplikasi yang berhubungan dengan mengelola sertifikat. Bagian ini membahas semua pengerjaan dalam amanat sistem akademik, salinan, sertifikat mahasiswa dan bentuk lainnya yang termasuk dalam hasil prestasi siswa. Pada bidang pendidikan, banyaknya jumlah aplikasi pemakaian teknologi blockchain yang bertujuan untuk melahirkan e-sertifikat. Dengan pemakaian teknologi blockchain

sejumlah besar aplikasi sertifikat ini dapat mendatangkan tingkat keyakinan yang tinggi serta keamanan yang diberikan. Untuk gambaran, Nespor [12] mengajukan sebagai tempat sertifikasi blockchain, yang perlu dibangun dan digunakan sekolah untuk distributor sertifikasi. Aplikasi ini memberi kewenangan bagi penyedia pendidikan tinggi atau pembuka lapangan pekerjaan untuk memberi sertifikat resmi pada siswa dengan tingkat keamanan informasi yang tinggi. meski demikian, siswa bisa saling berbagi dokumen formal mereka dengan siapa saja jika ada yang membutuhkannya [13]. Begitu pula dengan penulis referensi [14] memfungsikan sifat sentralisasi yang berasal dari blockchain dalam penyedia novel memo pendidikan dalam berbasis blockchain guna mengkonfirmasi keabsahannya serta menyediakan transkrip maupun sertifikat resmi. Seseorang bisa mempunyai akses untuk catatan data mereka. Akan tetapi, untuk mengakses serta dapat merubah data yang terdapat dalam sistem hanya organisasi yang telah bersertifikat saja yang memiliki akses dalam beberapa kondisi serta aturan yang terbatas [15].

Bagian kedua berfokus pada manajemen hasil belajar serta kemampuan siswa. Perhatian besar dicurahkan untuk membangun beberapa aplikasi blockchain guna pembelajaran dan peningkatan hasil pencapaian kemampuan dalam dunia pendidikan. Persoalan ini terasa efisien untuk membantu dalam peningkatan proses pembelajaran serta memperbanyak lingkungan pendidikan dalam cakupan yang lebih meluas. Dikarenakan kemudahan yang tinggi dari blockchain mempengaruhi sejumlah aplikasi untuk menilai serta evaluasi kinerja siswa yang sesuai dengan kriteria kualitatif dan kuantitatif. sebagai ilustrasi, Farah, voznyuk, rodríguez-Triana dan Gillet [16] menciptakan sistem sebagai pelacak kinerja siswa dalam beraktivitas multi-Learning mereka. ini berfungsi sebagai penambahan secara bebas dalam semua jejak pada tiap kegiatan mereka yang diberi ke dalam blok. Dengan begitu, fungsi blok dalam pembelajaran ini dirasa sebagai penggambaran diri mereka karena mengambil semua metadata mengenai semua kegiatan. pelaksanaan seperti ini mengacu pada tingkat efisiensi diri yang tinggi dalam pencapaian. Aplikasi serupa oleh Williams [17] mengajukan ruang lingkup untuk siswa. Sistem ini diberi bantuan prompt/langsung serta umpan balik yang sangat berarti. ini dimaksudkan dalam peningkatan proses belajar dengan penerapan keterampilan yang meluas serta mendukung pemikiran yang kritis serta memecahkan permasalahan dengan kerja sama dan menjalin hubungan yang baik.

Bagian ketiga melingkupi aplikasi yang berhubungan dengan keamanan lingkungan pembelajaran yang kolaboratif. Bagian ini berpusat pada penggunaan aplikasi blockchain yang berarti dalam mendukung lingkungan belajar. sebab blockchain sebagai media penyedia jaringan desentralisasi yang mudah diakses dengan

pengamanan serta integritas yang tinggi, mampu menciptakan suasana kolaboratif untuk semua pihak yang termasuk mahasiswa, fakultas serta otoritas. Penulis yang terdapat dalam referensi [18] mempublikasikan dimanapun mengenai (U-Learning) sistem, dalam penggunaan teknologi blockchain sebagai penyedia siswa kapanpun dan dimanapun dengan mendukung area pembelajaran yang kolaboratif dengan tingkat pengamanan yang berkualitas. Dengan begitu, U-Learning mempunyai sistem multimedia interaktif dalam rangka mendukung sistem komunikasi secara efisien antara guru dengan siswa. Dengan cara kerja yang sama, penulis di dalam referensi [19], mendorong betapa pentingnya peningkatan lingkungan pembelajaran di sekolah dengan pemakaian blockchain sebagai media pusat informasi sekolah (SIH). sistem ini dapat dipergunakan dalam pengumpulan, analisa, laporan data tentang sistem sekolah, yang dapat membantu proses penunjang keputusan.

Bagian kelima mengenai biaya dan transfer debit dan kredit. Hal ini meliputi sejumlah aplikasi mengenai fitur yang sejenis untuk melakukan transaksi catatan kredensial, institusi, maupun biaya antar lembaga atau justru Universitas sebab memiliki keamanan yang berkualitas serta keyakinan pada blockchain. Seperti biasa, lembaga pendidikan bertumpu pada penengah untuk memproses serta menyepakati pengalihan kredit atau pembayaran. Kelebihan aplikasi blockchain yaitu bisa dipakai sebagai cara yang efektif dalam pertukaran data serta menghapuskan penghubung atau perantara tersebut yang berdasar pada tingkat keamanan yang relatif tinggi. Penggambaran, Sistem eductx [20] kemungkinan dapat memproses pengiriman menggunakan Token. Token ini mampu ke dalam hal yang berbentuk digital untuk proses unit dalam pembelajaran seperti hal sertifikasi, bimbingan, dan diploma. Pada tiap badan dalam dunia pendidikan mempunyai cara tersendiri dalam hal periklanan EduCTX dalam proses penanganan pengiriman yang kondusif.

Bagian keenam tentang sejumlah aplikasi yang mengenai kesepakatan dalam hal perwalian berbasis digital. Sebagai gantinya Blockchain sendiri mendukung dalam hal peningkatan kesepakatan perwalian untuk dikembangkan secara digital. Tentang ini sangat tercermin sebab tingkat kepercayaan yang bisa diberi pada teknologi blockchain sendiri serta dalam hal proses pengumpulan persetujuan tanpa perlu privasi terganggu adalah termasuk sifat desentralisasi blockchain. Pada sejumlah besar siswa, orang tua maupun badan pendidikan mempunyai pengaruh dalam meringankan pada proses pengumpulan. Gilda dan Mehrotra [19] mengajukan satu kondisi dalam perizinan sekolah umum untuk diberi hak kekuasaan pada lembaga pihak ketiga dalam hal pertemuan dengan siswa tanpa perlu mendapat persetujuan wali setiap saat. Blockchain mendukung anda dalam

menetapkan proses kekuasaan yang bersarang guna mempermudah semua proses serta menjamin keamanan dan akses pengawasan dalam hal persetujuan.

Bagian lain membahas mengelola kemampuan, yang mengandalkan fungsi blockchain dalam fasilitasi pengelolaan persaingan serta mendapat meningkatkan kemudahan yang terbuka. Wu dan Li [21] mengenalkan tipe kotak pasir dalam operasi niaga yang berbasis digital, dimana sistem penunjang keputusan dapat memeriksa pengetahuan serta kemampuan profesional siswa. Menciptakan sistem evaluasi dalam pengukuran serta pengelola keahlian operasional siswa adalah tujuan mereka membangun sistem ini. Tahap selanjutnya, evaluasi kinerja profesional siswa adalah jenis lain yang terhubung dengan profesionalisme siswa dengan industri tertentu yang bertujuan untuk mendapat rekomendasi pekerjaan. Salah satu acuan untuk jenis ini yaitu riset oleh Setiawan Budi dan Simon De Lagarde [22], dalam melaksanakan teknologi blockchain sebagai penghubung antar instansi pendidikan serta perusahaan tenaga kerja dalam berbagi semua informasi yang diperlukan dalam persyaratan industri maupun perekrutan. Contoh serupa oleh Zhao, Liu dan Ma [23], Dimana pada sebuah pengembangan aplikasi guna menarik di tiap industri menggunakan blockchain agar evaluasi kemampuan profesional siswa yang mengacu pada kinerja serta prestasi akademik mereka. Sistem penilaian ini dirancang untuk pertimbangan serta menganalisa keterampilan siswa yang mengacu pada algoritma clustering dalam blockchain [24].

Jenis lain yang termasuk sebagai manajemen hak paten yang mempertahankan hak dalam kepemilikan pada saat pemakaian aplikasi blockchain. Hori, Ono Manajemen hak cipta mempertahankan hak kepemilikan saat menggunakan blockchain menjadi Golongan lain yang diklasifikasikan. Membahas penerapan sistem pembelajaran desentralisasi "CHiLO" yang dibahas oleh Hori, Ono, Miyashita, Kobayashi, Miyahara, kita, Yamada, dan Yamaji [25], untuk melindungi hak cipta dan kepemilikan e-book [26]. Selain itu, golongan lain yang memfokuskan pentingnya memanfaatkan aplikasi blockchain adalah melindungi objek belajar untuk melindungi pengetahuan baru atau objek belajar yang Diperoleh dari mahasiswa atau anggota Fakultas. Misalnya, mengembangkan bank objek pembelajaran terpadu yang dilakukan Sychev dan Chirtsov [27] terdiri dari Electronic Educational Environment (EEE) [28].

Karena sumber daya yang tersedia banyak, untuk sumber daya ini, teknik perlindungan diperlukan. Untuk menghemat sumber daya ilmiah yang mendasari mereka menggunakan algoritma blockchain yang diizinkan. Memecahkan beberapa masalah yang terkait dengan interaktivitas siswa di lingkungan e-learning dapat menaikkan interaksi siswa dalam metode e-learning yang diklasifikasikan menjadi kategori

aplikasi lain yang mengadopsi teknologi blockchain. Aplikasi lain yang diidentifikasi dalam review ini termasuk dalam kategori Review pemeriksaan. Keamanan kertas ujian audit dapat ditingkatkan dengan memanfaatkan buku besar terpercaya tentunya dengan mengaplikasikan teknik blockchain berizin. Mengembangkan aplikasi terdesentralisasi yang disebut "dAppER" dilakukan oleh Mitchell, Hara dan Sheriff [29] bertujuan untuk tinjauan pemeriksaan. Ketika mengganggu ujian antar penguji eksternal sistem ini dirancang dengan memperhatikan standar penjaminan mutu. Bersumber pada temuan mereka, banyak membantu mengelola sistem jaminan kualitas.

Terakhir, yang tergolong kategori aplikasi terakhir yaitu membantu pembelajaran seumur hidup. Meluaskan keterampilan, pengetahuan, dan efisiensi, teknologi Blockchain telah memainkan peran penting dalam meningkatkan aspek pembelajaran sepanjang hayat. Contohnya, bagaimana teknologi blockchain telah mempengaruhi pembelajaran di kehidupan nyata yang dibahas oleh Antonius Arthur [30] dan menyediakan ekosistem yang memasukan pelajar di tengah proses pembelajaran dan data terkait. Penulis akan memakai teknologi blockchain yang nantinya dapat mengidentifikasi bagaimana akreditasi, bimbingan belajar, dan Portfolios dapat dikembangkan dalam ekosistem pembelajaran seumur hidup ini [31]. Memungkinkan peserta didik untuk menguraikan rencana yang efisien untuk perjalanan pendidikan mereka, yang menyampaikan lintasan profesi yang diinginkan mereka dengan menggunakan Model yang diusulkan. Selain itu, dapat menawarkan mereka dominasi dan kepemilikan penuh selama proses pembelajaran mereka [32].

IV. KESIMPULAN

Beragam solusi teknologi blockchain telah dibawa untuk menanggung pada pengajaran dan pembelajaran yang disediakan oleh sintesis ini. Akan tetapi, selain dapat membagikan manfaat signifikan pada bidang pendidikan lainnya, blockchain mengantongi lebih banyak hal untuk ditawarkan. Blockchain memiliki area utama yang dapat menjadi manfaat besar berupa kolaborasi dan kemitraan antara lembaga Pendidikan, Berbagai institusi pendidikan sedang menguji coba blockchain sebagai buku besar yang aman dan andal untuk mencatat perolehan akademik siswa mereka [13]. Tidak hanya sebagai pencatatan sertifikat siswa, melainkan juga keterampilan yang mereka peroleh dan beragam hasil pembelajaran yang mereka capai. Bagaimana blockchain dapat dipakai untuk memfasilitasi kerja sama dan kemitraan antara lembaga pendidikan, penelitian masa depan akan menyelidiki hal tersebut. Merekam dan membagikan informasi akademik siswanya, penggunaan kontrak pintar akan mengizinkan lembaga pendidikan melakukan hal tersebut, seperti transkrip akademik, deskripsi program, persyaratan jurusan/minor, dan masa percobaan akademik [32]. Melalui salah satu

institusi yang berpartisipasi, siswa dapat mengambil kursus. Institusi pendidikan juga dapat menawarkan program akademik bersama. Akan meningkatkan fleksibilitas siswa dengan membagi mereka akses ke seluruh program akademik di setiap institusi lain merupakan manfaat dari teknologi tersebut. Dan dapat membantu memangkas biaya operasional dengan memanfaatkan infrastruktur, layanan, dan program akademik bersama.

Pemakaian teknologi blockchain dalam mengakreditasi dan meningkatkan kualitas pendidikan online merupakan bidang penting lainnya untuk penelitian di masa mendatang. Di lain sisi, pendidikan online juga mengalami banyak kekurangan walaupun pendidikan online mempunyai banyak keuntungan seperti biaya yang lebih rendah, aksesibilitas, dan fleksibilitas. Sebagai bagian atas kelemahan ini yaitu akreditasi dan kualitas rendah [33]. Selain merekomendasikan kursus online berkualitas tinggi sebagian besar lembaga pendidikan menyatakan terakreditasi. Blockchain mempunyai potensi dapat memecahkan masalah ini. Hal tersebut dapat digunakan sebagai platform desentralisasi agar dapat dengan aman dan andal berbagi informasi antara siswa, lembaga pendidikan, dan lembaga akreditasi. Mengenai kursus online, program online, instruktur, dan akreditasi [32]. Lembaga pendidikan dapat menyimpan informasi tersebut. Setelah menyelesaikan kursus, siswa bisa membagikan peringkat mereka baik kursus dan instruktur mereka. Peringkat ini mampu membantu siswa lain menilai program akademik dan kualitas kursus. Lembaga pendidikan memberikan informasi akreditasi kepada badan akreditasi agar dapat memverifikasi informasi dan agar dapat menemukan program online terakreditasi, siswa juga dapat menggunakan informasi tersebut untuk memberi mereka sertifikat yang mereka butuhkan [8].

Aplikasi teknologi blockchain ke bidang pendidikan masih dalam fase awal. Oleh karena itu, harus dilakukan analisis penelitian blockchain mutakhir di bidang pendidikan. Pemahaman penulis, tentang topik ini menjadi alasan pertama. 31 artikel tercakup dalam ulasan tersebut dan tersusun dalam tiga tema utama: aplikasi, manfaat, dan tantangan. Ini membentuk beberapa temuan. Pertama, menerbitkan dan memverifikasi sertifikat akademi, berbagi kompetensi dan prestasi belajar siswa, dan mengevaluasi kemampuan profesional mereka, hal tersebut menunjukkan bahwa teknologi blockchain banyak digunakan. Namun, dengan cepat beragam aplikasi lain muncul. Kedua, termasuk menyediakan platform yang aman untuk berbagi data siswa, menurunkan biaya, dan meningkatkan kepercayaan dan transparansi, blockchain dapat menunjukkan manfaat yang signifikan bagi pendidikan. Ketiga, menjelaskan bahwa bukannya tanpa tantangan atas pemakaian teknologi blockchain. Mempertimbangkan tantangan yang terikat dengan keamanan, privasi, biaya, skalabilitas, dan kesiapan sebelum mengadopsi teknologi harus dilakukan oleh Manajer dan pembuat kebijakan. Hal terakhir menunjukkan bahwa potensi

blockchain masih belum tereksplorasi dikarenakan area pendidikan di mana teknologi blockchain diterapkan masih terbatas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih sebanyaknya kepada Universitas Raharja, yang sudah meluangkan forum yang ramah atas bimbingan atas penyelesaian jurnal ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Z. Ausop and E. S. N. Aulia, "Teknologi Cryptocurrency Bitcoin Dalam Transaksi Bisnis Menurut Syariat Islam," *J. Sositologi*, vol. 17, no. 1, pp. 74–92, 2018.
- [2] B. S. Riza, "Blockchain Dalam Pendidikan: Lapisan Logis di Bawahnya," *ADI Bisnis Digit. Interdisiplin J.*, vol. 1, no. 1, pp. 41–47, 2020.
- [3] I. B. P. Bhiantara, "Teknologi Blockchain Cryptocurrency Di Era Revolusi Digital," in *Seminar Nasional Pendidikan Teknik Informatika (SENAPATI)*, 2018, vol. 9, pp. 173–177.
- [4] M. Memon, U. A. Bajwa, A. Ikhlas, Y. Memon, S. Memon, and M. Malani, "Blockchain Beyond Bitcoin: Block Maturity Level Consensus Protocol," in *2018 IEEE 5th International Conference on Engineering Technologies and Applied Sciences (ICETAS)*, 2018, pp. 1–5.
- [5] V. Gatteschi, F. Lamberti, C. Demartini, C. Pranteda, and V. Santamaria, "Blockchain and smart contracts for insurance: Is the technology mature enough?," *Futur. Internet*, vol. 10, no. 2, p. 20, 2018.
- [6] R. D. Perkasa, "Modul Pendidikan Ekonomi," 2020.
- [7] A. Argani and W. Taraka, "Pemanfaatan Teknologi Blockchain Untuk Mengoptimalkan Keamanan Sertifikat Pada Perguruan Tinggi," *ADI Bisnis Digit. Interdisiplin J.*, vol. 1, no. 1, pp. 10–21, 2020.
- [8] Q. Aini, N. Lutfiani, F. Hanafi, and U. Rahardja, "Application of Blockchain Technology for iLearning Student Assessment," *IJCCS (Indonesian J. Comput. Cybern. Syst.)*, vol. 14, no. 2, 2020, doi: 10.22146/ijccs.53109.
- [9] Q. Aini, U. Rahardja, and A. Khoirunisa, "Blockchain Technology into Gamification on Education," *IJCCS (Indonesian J. Comput. Cybern. Syst.)*, vol. 14, no. 2, pp. 1–10, 2020, doi: 10.22146/ijccs.53221.
- [10] U. Rahardja, Q. Aini, M. Yusup, and A. Edliyanti, "Penerapan Teknologi Blockchain Sebagai Media Pengamanan Proses Transaksi E-Commerce," *Comput. Eng. Sci. Syst. J.*, vol. 5, no. 1, pp. 28–32.
- [11] P. A. Sunarya, F. Andriyani, Henderi, and U. Rahardja, "Algorithm automaticPrawira, M., Sukmana, H. T., Amrizal, V., & Rahardja, U. (2019). A Prototype of Android-Based Emergency Management Application. 2019 7th International Conference on Cyber and IT Service Management, CITSM 2019. <https://doi.org/10.1109/CI>," *Int. J. Adv. Trends Comput. Sci. Eng.*, vol. 8, no. 1.5 Special Issue, pp. 387–391, 2019, doi: 10.30534/ijatcse/2019/6281.52019.
- [12] J. Nespors, "Cyber schooling and the accumulation of school time," *Pedagog. Cult. Soc.*, vol. 27, no. 3, pp. 325–341, 2019.
- [13] Q. Aini, A. Badrianto, F. Budiarty, A. Khoirunisa, and U. Rahardja, "Alleviate Fake Diploma Problem In Education Using Block Chain Technology," *J. Adv. Res. Dyn. Control Syst.*, vol. 12, no. 2, pp. 1821–1826, 2020, doi: 10.5373/JARDCS/V12I2/S20201225.
- [14] M. Yeni and D. Kumala, "Teknologi Blockchain untuk Transparansi dan Keamanan pada Era Digital," 2020.
- [15] U. Rahardja, T. Hariguna, and W. M. Baihaqi, "Opinion mining on e-commerce data using sentiment analysis and k-medoid clustering," *Proc. - 2019 12th Int. Conf. Ubi-Media Comput. Ubi-Media 2019*, pp. 168–170, 2019, doi: 10.1109/Ubi-Media.2019.00040.
- [16] S. Sutandi, "Pengaruh Big Data Dan Teknologi Blockchain Terhadap Model Bisnis Sektor Logistik Dengan Pendekatan Business Model Canvas," *J. Logistik Indones.*, vol. 2, no. 1, pp. 9–20, 2018.
- [17] P. Williams, "Does competency-based education with blockchain signal a new mission for universities?," *J. High. Educ. Policy Manag.*, vol. 41, no. 1, pp. 104–117, 2019.
- [18] S. I. Novisari, "Kajian Yuridis Kritis Dampak Teknologi Blockchain Dalam Bidang Audit Di Era Revolusi Industri 4.0," Fakultas Ekonomi Dan Bisnis.
- [19] M. H. Dardiri, "Data sharing penilaian destinasi wisata Kota Malang menggunakan blockchain," Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, 2020.
- [20] M. C. I. Putri, P. Sukarno, and A. A. Wardana, "Two factor authentication framework based on ethereum blockchain with dApp as token generation system instead of third-party on web application," *Regist. J. Ilm. Teknol. Sist. Inf.*, vol. 6, no. 2, pp. 74–85, 2020.
- [21] B. Wu and Y. Li, "Design of evaluation system for digital education operational skill competition based on blockchain," in *2018 IEEE 15th International Conference on e-Business Engineering (ICEBE)*, 2018, pp. 102–109.
- [22] B. Setiawan and S. De Lagarde, "Edukasi Blockchain Sebagai Solusi Bisnis Masa Depan Bagi Pelaku Usaha Mikro, Kecil Dan Menengah (Umk) Di Kota Palembang," *J. Abdimas Mandiri*, vol. 3, no. 2, 2019.
- [23] Q. Liu, Q. Guan, X. Yang, H. Zhu, G. Green, and S. Yin, "Education-industry cooperative system based on blockchain," in *2018 1st IEEE International Conference on Hot Information-Centric Networking (HotICN)*, 2018, pp. 207–211.
- [24] Q. Aini, U. Rahardja, and A. L. Al Nasir, "Sistem Penilaian Penguji Pada Ujian Kenaikan Tingkat Sabuk Taekwondo Berbasis Laravel Framework Di Kota/Kabupaten," *Comput. Eng. Sci. Syst. J.*, vol. 4, no. 2, pp. 157–161, 2019.
- [25] M. Hori et al., "Learning System based on Decentralized Learning Model using Blockchain and SNS.," in *CSEU (1)*, 2018, pp. 183–190.
- [26] P. Aan Priyatna, "Penegakan Hukum terhadap Pelanggaran Hak Cipta dalam Pembuatan E-Book." UNDIP, 2014.
- [27] S. Sychoy and A. Chirtsov, "Towards developing the Unified Bank of learning objects for Electronic Educational Environment and its Protection," in *Proceedings of the 2018 Workshop on PhD Software Engineering Education: Challenges, Trends, and Programs, St. Petersburg, Russia*, 2018, pp. 1–6.
- [28] Y. Taratuhina, Z. Avdeeva, and D. Mirishli, "The principles and approach support the mapping of the personal study pathway in electronic educational environments," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 35, pp. 560–569, 2014.
- [29] I. Mitchell, S. Hara, and M. Sheriff, "dAppER: Decentralised Application for Examination Review," in *2019 IEEE 12th International Conference on Global Security, Safety and Sustainability (ICGS3)*, 2019, pp. 1–14.
- [30] A. A. Aripin, "Potensi pemanfaatan teknologi Blockchain terhadap ketepatan waktu, efisiensi dan keamanan proses operasi pada subsektor perbankan," 2018.
- [31] U. Rahardja, T. Hariguna, Q. Aini, and S. Santoso, "Understanding of behavioral intention use of mobile apps in transportation: An empirical study," *Int. J. Adv. Trends Comput. Sci. Eng.*, vol. 8, no. 1.5 Special Issue, pp. 258–263, 2019, doi: 10.30534/ijatcse/2019/4581.52019.
- [32] Q. Aini, T. Hariguna, P. O. H. Putra, and U. Rahardja, "Understanding how gamification influences behaviour in education," *Int. J. Adv. Trends Comput. Sci. Eng.*, vol. 8, no. 1.5 Special Issue, pp. 269–274, 2019, doi: 10.30534/ijatcse/2019/4781.52019.
- [33] Sudaryono, U. Rahardja, and E. P. Harahap, "Implementation of Information Planning and Strategies Industrial Technology 4.0 to Improve Business Intelligence Performance on Official Site APTISI," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1179, no. 1, pp. 0–7, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1179/1/012111.