



PERANCANGAN SISTEM *SMART MINING* UNTUK INDUSTRI PERTAMBANGAN BATU BARA

Bobby Arvian James ¹, EE Lailatul Putri², Nabila Reva Zaliani³, Panji Wijonarko ⁴

^{1,2,3,4} Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta, 14350, Indonesia

<p>INFORMASI ARTIKEL</p>	<p>A B S T R A K</p>
<p>Received: July 19, 2024 Revised: July 24, 2024 Available online: July 29, 2024</p>	<p>Perancangan sistem <i>smart mining</i> dalam industri pertambangan melibatkan penerapan teknologi canggih seperti <i>Internet of Things</i> (IoT), <i>big data</i>, dan kecerdasan buatan (AI) untuk meningkatkan efisiensi dan keselamatan yang lebih tinggi. Karena masih banyak sistem pertambangan yang menggunakan teknologi yang sudah usang dan belum terbaharukan, sehingga menghambat kemajuan menuju efisiensi yang lebih tinggi. Masalah utama yang dihadapi meliputi keterbatasan infrastruktur yang ada, biaya tinggi untuk mengadopsi teknologi terbaru, dan resistensi terhadap perubahan dari tenaga kerja. Untuk mengatasi masalah ini, perlu adanya pendekatan desain yang fleksibel dan bertahap, pengembangan model biaya yang efisien, serta strategi integrasi teknologi yang memperhatikan kebutuhan dan kemampuan pekerja. Dengan memperhatikan masalah-masalah ini, sistem <i>smart mining</i> dapat dirancang untuk integrasi teknologi yang meningkatkan produktivitas dan keselamatan di industri pertambangan secara efektif. Dengan menggunakan metode <i>Waterfall</i> dalam perancangan ini, sehingga dapat memastikan bahwa pendekatan yang terstruktur dari analisis kebutuhan hingga desain dan pengujian sistem berjalan dengan baik. Perancangan sistem <i>smart mining</i> ini berlokasi di suatu perusahaan pertambangan yaitu PT ABC. Dan dapat dikatakan perancangan sistem <i>smart mining</i> di PT ABC ini berhasil dan siap untuk di implementasikan.</p> <p>Kata kunci— Perancangan, <i>Smart Mining</i>, Pertambangan, IoT, Big Data, Kecerdasan Buatan</p>
<p>CORRESPONDENCE</p>	<p>A B S T R A C T</p>
<p>E-mail: bobby.james@uta45jakarta.ac.id</p>	<p><i>Designing a smart mining system in the mining industry involves the implementation of advanced technologies such as the Internet of Things (IoT), big data, and artificial intelligence (AI) to enhance efficiency and safety. Many mining systems still use outdated and unrenewed technology, hindering progress towards higher efficiency. The main challenges faced include existing infrastructure limitations, high costs of adopting the latest technology, and workforce resistance to change. To address these issues, a flexible and gradual design approach, the development of cost-efficient models, and technology integration strategies that consider the needs and capabilities of workers are necessary. By addressing these problems, a smart mining system can be designed to integrate technologies that effectively increase productivity and safety in the mining industry. Using the Waterfall method in this design ensures a structured approach from requirements analysis to system design and testing. This smart mining system design is implemented at a mining company, PT ABC. It can be stated that the smart mining system design at PT ABC has been successful and is ready for implementation.</i></p> <p>Keywords- <i>Design, Smart Mining, Mining, IoT, Big Data, Artificial Intelligence</i></p>

I. PENDAHULUAN

Setiap kegiatan manusia sekarang sudah menggunakan dan memanfaatkan kemajuan teknologi

dengan baik menggunakan sistem karena berada di Era Revolusi 4.0 [1]. Penggunaan komputer yang dilengkapi program aplikasi yang menunjang akan menghemat waktu, biaya dan tenaga serta memudahkan

menghasilkan informasi berkualitas [2]. Itupun juga menunjang pada industri pertambangan.

Setiap perusahaan, terutama di sektor pertambangan, harus memperhatikan dan memelihara peralatan produksi mereka agar bisa terus berjalan dengan lancar dan mengurangi risiko kerusakan yang dapat menghentikan kegiatan produksi. Kegiatan pertambangan tersebut menggunakan sistem agar seluruh kegiatan dapat bekerja dengan baik. Namun, sistem yang digunakan pada beberapa pertambangan masih belum menggunakan sistem dengan teknologi terbaru. Dimana sistem yang usang memiliki keterbatasan atas infrastruktur yang ada dan butuh pembaharuan teknologi yang lebih canggih.

Dalam konteks ini, industri pertambangan mengenal istilah "*Smart Mining*". *Smart Mining* adalah konsep untuk mengoptimalkan operasi pertambangan dengan menggunakan *Artificial Intelligence (AI)*, *Internet Of Things (IoT)*, dan *Big Data*. Sistem dengan teknologi ini memberikan koordinasi tepat waktu dan akurat antar berbagai unit operasional seperti tambang, pengolahan, logistik, dan distribusi. *Smart Mining* memberikan keunggulan besar dengan menyediakan data real-time dan analisis mendalam.

Teknologi AI berkembang pesat dan memberikan dampak yang signifikan di berbagai sektor dan bidang, termasuk industri. Pada bidang industri manufaktur, AI sangat bermanfaat dengan efisien dan efektifitas yang dapat mempercepat produksi, meningkatkan kualitas, serta mengoptimalkan produksi [3]. Perkembangan AI mampu memberikan terobosan-terobosan yang sangat inovatif mengikuti kondisi terkini [4]. Algoritma AI digunakan untuk meningkatkan presisi dan efisiensi sistem robot. Hal ini menyebabkan peningkatan otomatisasi dalam tugas-tugas yang sebelumnya bersifat manual, sehingga meningkatkan keselamatan dan produktivitas [5].

Pertambangan juga menggunakan teknologi *Internet of Thing (IoT)*. Penggunaan IoT telah banyak digunakan di berbagai aplikasi mulai dari *smart city*, *smart home*, *smart room*, *smart parking* dan aplikasi pada industri. IoT adalah perangkat komunikasi antar objek yang dilengkapi *mikrocontroller*, *transceiver* untuk komunikasi digital, dan tumpukan protokol yang sesuai yang dapat berkomunikasi satu sama lain [6]. Arsitektur IoT terdiri dari beberapa jaringan dan sistem kompleks serta sekuriti yang sangat ketat, sehingga otomatisasi di dalam IoT dapat dikontrol dan berjalan dengan baik [7]. Penerapan IoT di industri pertambangan contohnya adalah data *optimization and machine learning*, *3D imaging and printing*, dan *drone technology*. Penerapan IoT dapat dilakukan dalam metode tambang terbuka maupun tambang bawah tanah [1].

Sistem smart mining ini juga melibatkan teknologi *Big Data*. *Big Data* adalah kumpulan data yang berukuran sangat besar dan kompleks, sehingga tidak memungkinkan untuk diproses menggunakan perangkat pengelola *database* konvensional ataupun aplikasi pemroses data lainnya [8]. *Big Data* melibatkan proses

pembuatan data, penyimpanan, pencarian informasi, dan analisis yang menonjol dalam hal volume, kecepatan, dan beragam [9]. Sehingga sangat cocok diterapkan karena dapat mengelola data yang sangat banyak dan beragam, serta mengolahnya menjadi informasi yang dibutuhkan dalam waktu yang sangat singkat [10].

Selain itu, keamanan informasi juga memainkan peran penting dalam melindungi data dan aset informasi dari potensi ancaman [11] dalam berbagai bidang kehidupan, termasuk dalam industri pertambangan, di mana perlindungan informasi perusahaan menjadi sangat penting.

Berdasarkan uraian tersebut, peneliti ingin merancang suatu sistem *smart mining* untuk perusahaan tambang PT ABC. Perancangan sistem ini menggunakan metode *waterfall* karena setiap tahapannya dikerjakan secara bertahap dan terorganisir. Sehingga dapat meminimalisir adanya kemungkinan kesalahan yang akan terjadi. Penulis memilih judul penelitian yaitu, "Perancangan Sistem *Smart Mining* untuk Industri Pertambangan Batubara".

II. LANDASAN TEORI

Sistem merupakan komponen data yang berhubungan dalam memproses data masukan (*input*) sehingga menghasilkan keluaran (*output*). Istilah sistem sering kali digunakan untuk suatu komponen atau elemen yang memiliki suatu himpunan unsur yang saling berkaitan untuk mencapai tujuan tertentu [12].

Entity Relationship Diagram (ERD) adalah diagram berbentuk notasi grafis yang berada dalam pembuatan *database* yang menghubungkan antara data satu dengan yang lain [13]. *Entity Relationship Diagram (ERD)* adalah sebuah diagram struktural yang digunakan untuk merancang sebuah basis data dan mendeskripsikan data yang disimpan pada sebuah sistem maupun batasannya [14]. ERD ini memrepresentasikan bagaimana entitas saling terkait antara satu dengan yang lainnya dalam *database* [13].

Desain Industrial Reference adalah pedoman, standar, atau model yang digunakan sebagai acuan dalam merancang sistem industri, produk, atau proses yang bertujuan untuk memastikan bahwa sistem yang dirancang memenuhi kriteria teknis dan kualitas yang diperlukan. Dan *Positioning* adalah strategi untuk menempatkan produk atau sistem perancangan dengan cara yang membedakannya dari kompetitor lain.

Waterfall merupakan sebuah metodologi pengembangan sistem informasi yang mengharuskan pengerjaannya dilaksanakan secara berurutan atau sekuensial. Metode pengembangan ini sangat sederhana, dan karena dilakukan secara sekuensial, maka tahapan selanjutnya tidak bisa dikerjakan apabila tahapan sebelumnya belum selesai [15] dan tidak bisa kembali atau mengulang ke tahap sebelumnya [16].

III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *waterfall* dalam perancangan sistem *Smart Mining* di industri pertambangan batubara di mana metode ini merupakan pendekatan linier dan sistematis yang terdiri dari beberapa tahap yang harus diselesaikan secara berurutan sebelum tahap berikutnya dimulai. Sistem ini dirancang dengan penerapan AI untuk meningkatkan dan mengoptimalkan kualitas produksi, IoT yang memungkinkan komunikasi antar perangkat serta *big data* dalam pemrosesan data dan pengambilan keputusan. Penelitian ini dilakukan di PT ABC yang merupakan salah satu perusahaan pertambangan batu bara di Indonesia.

Metode *waterfall* mencakup beberapa tahapan-tahapan sebagai berikut:

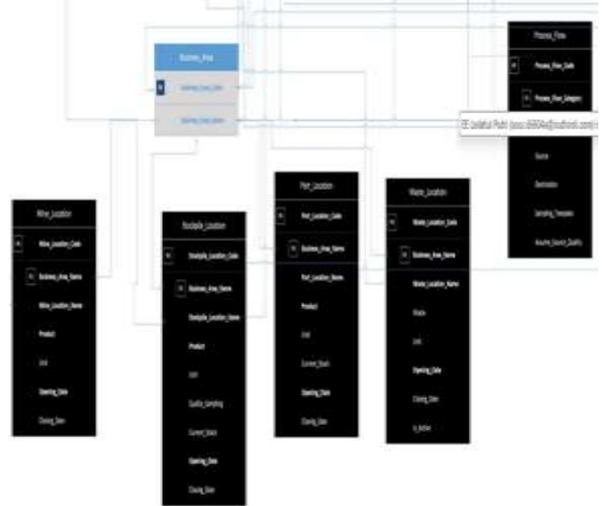
1. Analisis Kebutuhan
Analisis kebutuhan melibatkan identifikasi kebutuhan bisnis, analisis *stakeholder*, dokumentasi kebutuhan, dan mendapatkan persetujuan dari semua pihak terkait.
2. Desain Sistem
Pada tahap desain sistem ini, dalam merancang suatu sistem harus memenuhi kebutuhan-kebutuhan yang sudah dianalisis pada tahap sebelumnya. Setelah persyaratan terkumpul, perancangan sistem dimulai dengan arsitektur keseluruhan, basis data, antarmuka pengguna, dan alur kerja proses bisnis.
3. Implementasi
Tahap implementasi dilakukan dengan mengembangkan modul *Smart Mining* serta mengintegrasikannya untuk memastikan bahwa setiap tahapan perancangan sudah dijalankan.
4. Pengujian
Setelah tahapan implementasi, sistem diuji melalui pengujian unit, dan menerima feedback terhadap sistem, apakah sistem sudah sesuai dengan yang diinginkan atau belum. Jika sistem sudah lulus pengujian, maka dilakukan persiapan infrastruktur TI, melakukan migrasi data, melatih user, dan meluncurkan sistem secara resmi..
5. Pemeliharaan
Tahapan ini mencakup pemantauan kinerja sistem, melakukan pembaharuan dan peningkatan, serta memberikan pendukung teknis kepada *end-user*.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

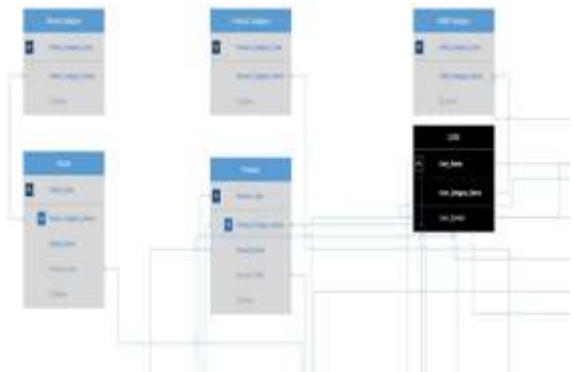
A. Entity Relationship Diagram (ERD)

ERD adalah representasi grafis yang menunjukkan hubungan antar entitas dalam sebuah basis data, membantu dalam perancangan dan visualisasi struktur data serta interaksinya. Dalam suatu sistem *Smart Mining* pada industri pertambangan, ERD

menggambarkan hubungan antar entitas. Diagram ini menunjukkan bagaimana data dari sensor IoT dikumpulkan dan diproses oleh sistem untuk bisa dianalisis oleh AI. Pada penelitian ini, hanya ditampilkan beberapa ERD terkait. Berikut gambar ERD perancangan sistem *smat mining*.



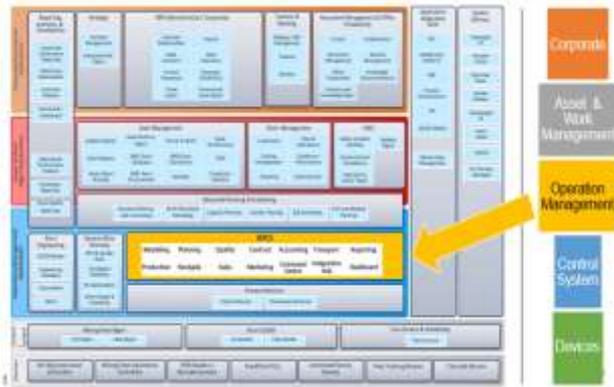
Gambar 1. ERD 1



Gambar 2. ERD 2

B. Desain *Industrial Reference* dan *Positioning*

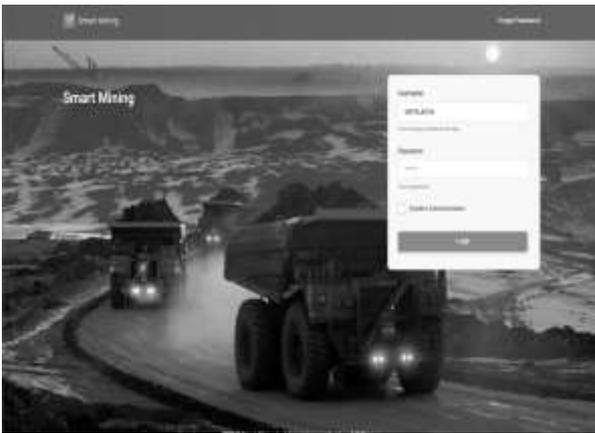
Dalam perancangan sistem *Smart Mining*, desain ini menjelaskan bagaimana sistem dirancang dengan mengacu pada standar industri dan bagaimana posisi pada sistem dalam ekosistem teknologi tambang. Desain ini memberikan gambaran tentang *Smart mining* dapat memanfaatkan teknologi AI, IoT dan *big data* dalam memberikan solusi yang lebih baik dibandingkan dengan sistem tradisional. Berikut gambar desain *industrial reference* dan *positioning* pada sistem *Smart Mining*.



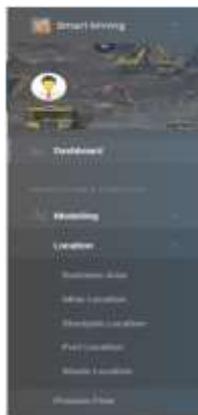
Gambar 3. Desain Industrial reference dan positioning

C. Desain halaman login sistem Smart Mining

Desain halaman sistem Smart Mining adalah langkah penting dalam pengembangan antarmuka pengguna (UI) yang efektif. Berikut desain halaman login pada sistem Smart Mining.



Gambar 4. Desain halaman login



Gambar 5. Desain menu

Berikut tabel hasil uji beberapa fungsi:

No	Data	Kesimpulan
	Masukkan	

1.	login	Berhasil login dan dapat masuk ke halaman dashboard
2.	Menu Modelling	Menu modelling tersedia
3.	Menu Location	Menu Location tersedia dan sub menu tersedia.
4.	Menu Process Flow	Menu Process Flow tersedia

Integrasi sistem lama ke sistem baru smart mining ini memberikan banyak manfaat. IoT menyediakan data real-time yang dibutuhkan untuk analisis AI dan big data dan memungkinkan pemantauan dan kontrol sistem secara langsung. Sehingga big data dapat mengelola dan menganalisis data yang dihasilkan IoT dan berdasarkan analisis tersebut AI dapat memberikan keputusan dan rekomendasi cerdas.

V. PENUTUP

Berdasarkan hasil dan pembahasan sebelumnya, kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian perancangan sistem Smart Mining pada industri pertambangan batu bara di PT ABC adalah sebagai berikut.

1. Metode Waterfall yang digunakan dalam perancangan sistem Smart Mining dengan proses yang terstruktur dan sistematis. Setiap tahap dari analisis kebutuhan desain, implementasi, hingga pengujian dilakukan secara berurutan dan menyeluruh.
2. Proses perancangan sistem menunjukkan keberhasilan yang signifikan dengan terpenuhinya setiap tahapan dan dipastikan sesuai dengan kebutuhan dan persyaratan sistem.
3. Sistem smart mining dirancang dengan teknologi AI, IoT, dan big data untuk pemantauan real-time, analisis data, dan rekomendasi cerdas yang seluruhnya memberikan kontribusi pada peningkatan dan keamanan di tambang.

Untuk mendukung keberlanjutan dan pengembangan sistem Smart Mining PT ABC, dibutuhkan kolaborasi aktif dengan pihak eksternal seperti vendor teknologi atau konsultan. Kolaborasi ini akan membuka akses terhadap inovasi terbaru dalam teknologi pertambangan dan memperkuat strategi implementasi serta pengembangan masa depan sistem Smart Mining PT ABC. Dengan demikian, perusahaan dapat terus meningkatkan efisiensi dan keselamatan operasionalnya, memberikan kontribusi signifikan terhadap pertumbuhan regional dan peningkatan kesempatan kerja serta pendapatan bagi masyarakat setempat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penelitian ini. Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya disampaikan

kepada PT ABC atas kesempatan yang diberikan selama penelitian ini berlangsung. Tanpa kontribusi dan dukungan dari berbagai pihak, penelitian ini tidak akan dapat diselesaikan dengan baik.

Kerja sama dalam proses review dan revisi sangat berharga bagi perkembangan ide-ide dan penemuan yang terkandung dalam artikel ini. Semoga hasil karya ini dapat bermanfaat bagi komunitas ilmiah dan menginspirasi penelitian lebih lanjut di bidang yang sama.

Sekali lagi, terima kasih atas kesempatan ini dan semoga jurnal ini terus memberikan kontribusi positif bagi perkembangan ilmu pengetahuan di masa mendatang.

REFERENSI

- [1]Viedyatha, R., & Gusman, M. (2023). Proses Pencegahan Dan Evakuasi Pada Kecelakaan. *Jurnal Bina Tambang*, 8(3), 24–32.
- [2]Aprianto, B. (2013). pengantar teknologi. *Jurnal SISTEMASI*, 2(2), 58–64.
- [3]Dwi Natasya, R. (2023). IMPLEMENTASI ARTIFICIAL INTELLIGENCE (AI) DALAM TEKNOLOGI MODERN. *Jurnal Komputer Dan Teknologi Sains (KOMTEKS)*, 2(1), 22–24. <https://ojs.unm.ac.id/pengabdi/article/view/46>
- [4]Pakpahan, R. (2021). ANALISA PENGARUH IMPLEMENTASI ARTIFICIAL INTELLIGENCE DALAM KEHIDUPAN MANUSIA. *Journal of Information System, Informatics and Computing Issue Period*, 5(2), 506–513. <https://doi.org/10.52362/jisicom.v5i2.616>
- [5]Siska, K. M., Siska, M., Siregar, I., Saputra, A., Juliana, M., & Afifudin, M. T. (2023). Artikel Nusantara Technology and Engineering Review Kecerdasan Buatan dan Big Data dalam Industri Manufaktur: Sebuah Tinjauan Sistematis. *NTER*, 1(1), 41–53. <https://journal.unusida.ac.id/index.php/nter/>
- [6]Randis, & Sarminto. (2018). Aplikasi Internet of Things Monitoring Suhu Engine. *Jurnal Teknik Mesin Univ. Muhammadiyah Metro*, 7(2), 153–158.
- [7]Susanto, F., Komang Prasiani, N., & Darmawan, P. (2022). IMPLEMENTASI INTERNET OF THINGS DALAM KEHIDUPAN SEHARI-HARI. In *Jurnal IMAGINE* (Vol. 2, Issue 1). Online. <https://jurnal.std-bali.ac.id/index.php/imagine>
- [8]Fajriyah, N., Setiawan, W., Dewi, E., & Duha, T. (2022). IMPLEMENTASI TEKNOLOGI BIG DATA DI ERA DIGITAL. *Jurnal Informatika*, 1(1), 1–7.
- [9]Sulistya Sedayu, A., & Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, M. (2021). Pemanfaatan Big Data pada Instansi Pelayanan Publik. In *JIP-Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan* (Vol. 4). <http://Jiip.stkipyapisdampu.ac.id>
- [10]Kusumasari, D., & Rafizan, O. (2017). *STUDI IMPLEMENTASI SISTEM BIG DATA UNTUK MENDUKUNG KEBIJAKAN KOMUNIKASI DAN INFORMATIKA STUDI IMPLEMENTASI SISTEM BIG DATA UNTUK MENDUKUNG KEBIJAKAN KOMUNIKASI DAN INFORMATIKA* Study on Implementation of Big Data System for Supporting Communication and Informatics Policy.
- [11]Nurul, S., Anggrainy, S., & Aprelyani, S. (2022). FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KEAMANAN SISTEM INFORMASI: KEAMANAN INFORMASI, TEKNOLOGI INFORMASI DAN NETWORK (LITERATURE REVIEW SIM). 3(5). <https://doi.org/10.31933/jemsi.v3i5>
- [12]Ramadani, A., Sihombing, T. R. R., & Parlina, I. (2019). Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Asuransi Jiwa Pada PT Bhinneka Life Indonesia Pematangsiantar Dengan Menggunakan Metode Moora. *Journal of Informatics and Telecommunication Engineering*, 2(2), 122–127.
- [13]Afiifah, K. ', Azzahra, Z. F., & Anggoro, A. D. (2022). Analisis Teknik Entity-Relationship diagram dalam Perancangan Database: Sebuah Literature Review. *JURNAL INTECH*, 3(1), 8–11.
- [14]Togatorop, P. R., Simanjuntak, R. P., Manurung, S. B., & Silalahi, M. C. (2021). PEMBANGKIT ENTITY RELATIONSHIP DIAGRAM DARI SPESIFIKASI KEBUTUHAN MENGGUNAKAN NATURAL LANGUAGE PROCESSING UNTUK BAHASA INDONESIA. *Jurnal Komputer Dan Informatika*, 9(2), 196–206. <https://doi.org/10.35508/jicon.v9i2.5051>
- [15]Alif Ramadhan, J., Tresya Haniva, D., & Suharso, A. (2023). Systematic Literature Review Penggunaan Metodologi Pengembangan Sistem Informasi Waterfall, Agile, dan Hybrid. In *Journal Information Engineering and Educational Technology* (Vol. 07).
- [16]Wahid, A. A. (2020). *Analisis Metode Waterfall Untuk Pengembangan Sistem Informasi*. <https://www.researchgate.net/publication/346397070>