

ANALISIS RANCANGAN KECERDASAN BUATAN DALAM MANAJEMEN RISIKO OPERASIONAL (Studi Kasus: Perusahaan Pertambangan Nikel PT. Bakti Pertiwi Nusantara Site Sepo, Weda Utara, Halmahera Tengah, Maluku Utara)

ARTIFICIAL INTELLIGENCE DESIGN ANALYSIS IN OPERATIONAL RISK MANAGEMENT (Case Study: Nickel Mining Company PT. Bakti Pertiwi Nusantara Site Sepo, North Weda, Central Halmahera, North Maluku)

Nama Penulis

Nurdina^{1*}, A. Nur Insan², Mujahid³

^{1,2,3}Fakultas Pascasarjana, Universitas Fajar.

*Email: ncanrege@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk merancang model penerapan atau kecerdasan buatan dalam mendukung proses manajemen risiko operasional pada perusahaan pertambangan nikel PT. Bakti Pertiwi Nusantara, dengan tetap mengacu pada pendekatan ISO 9001:2015 dan kerangka kerja COSO ERM 2017 yang diintegrasikan dengan pendekatan teknologi machine learning, khususnya metode Support Vector Machine (SVM). Jenis penelitian yang digunakan adalah kombinasi (mixed-method) dengan dominasi kuantitatif. Hasil penelitian berupa rancangan AI dalam manajemen risiko operasional dalam sebuah dashboard berupa visualisasi peta risiko digital (risk map), histori risiko, sistem peringatan dini dan sistem notifikasi otomatis. Penelitian ini memberikan kontribusi pada pengembangan konsep manajemen risiko berbasis teknologi, serta membuka ruang untuk integrasi AI dalam proses-proses pengambilan keputusan strategis di industri pertambangan.

Kata Kunci: Manajemen risiko operasional, Artificial Intelligence, PT.Bakti Pertiwi Nusantara, ISO 9001:2015, COSO ERM 2017, klasifikasi SVM.

Abstract

This research is conducted to design a model for the application of artificial intelligence to support the operational risk management process at Nickel Mining Company PT. Bakti Pertiwi Nusantara, while still referring to the ISO 9001:2015 approach and the COSO ERM 2017 framework, integrated with machine learning technology approaches, particularly the Support Vector Machine (SVM) method. The type of research used is a combination (mixed-method) with a dominance of quantitative methods. The research results in an AI design for operational risk management presented in a dashboard featuring digital risk map visualization, risk history, early warning systems, and automatic notification systems. This research contributes to the development of technology-based risk management concepts and opens avenues for AI integration in strategic decision-making processes in the mining industry.

Keywords: *Operational risk management, Artificial Intelligence, PT. Bakti Pertiwi Nusantara, ISO 9001:2015, COSO ERM 2017, SVM classificatio*

PENDAHULUAN

Industri pertambangan nikel di Indonesia memegang peranan strategis dalam peta ekonomi global, mengingat posisi Indonesia sebagai pemilik cadangan nikel terbesar di dunia (USGS, 2024). Namun, signifikansi ekonomi ini berbanding lurus dengan kompleksitas risiko operasional yang tinggi, mulai dari ketidakpastian geologi (variabilitas kadar bijih), risiko keselamatan kerja (*fatality*), hingga dinamika regulasi yang ketat. Di tengah fluktuasi ketidakpastian ini, penerapan strategi manajemen risiko yang tepat berdasarkan standar ISO 31000:2018 menjadi kunci keunggulan kompetitif dan keberlanjutan bisnis (Blanco-Mesa et al., 2019). Tanpa integrasi identifikasi dan penilaian risiko dalam rencana operasional, perusahaan tambang rentan terhadap kegagalan strategis yang berujung pada kerugian finansial yang signifikan.

Fenomena kegagalan manajemen risiko secara nyata terlihat pada operasional PT Bakti Pertiwi Nusantara (BPN) di Maluku Utara. Meskipun telah beroperasi sejak 2018, perusahaan menghadapi kendala serius dalam mencapai target produksi akibat ketidaksesuaian kadar nikel antara perencanaan dan aktual, biaya operasional yang membengkak, serta insiden keselamatan kerja yang fatal. Inkonsistensi performa kontraktor dan keterlambatan dalam mitigasi risiko menyebabkan perusahaan sempat menghentikan operasionalnya beberapa kali hingga akhir tahun 2023. Saat ini, meskipun telah dilakukan restrukturisasi manajemen, proses identifikasi risiko masih dilakukan secara konvensional yang mengakibatkan pelaporan tidak bersifat *real-time*. Keterlambatan ini menghambat efektivitas tindakan mitigasi, yang menunjukkan perlunya transformasi digital dalam pengelolaan risiko perusahaan.

Di era Revolusi Industri 4.0, kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) menawarkan solusi transformatif melalui efisiensi proses dan kemampuan prediksi yang presisi (Überwimmer et al., 2024). Penggunaan AI dalam bisnis bukan lagi sekadar tren, melainkan kebutuhan untuk optimalisasi sistem produksi secara *real-time*. Namun, tinjauan literatur menunjukkan adanya celah riset yang lebar; sebagian besar kajian manajemen risiko berbasis teknologi masih tersentralisasi pada industri finansial dan energi (Hubbard, 2020; Hopkin, 2018). Dalam sektor pertambangan nikel, integrasi AI masih bersifat konseptual dan jarang menyentuh aplikasi praktis dalam kerangka kerja formal seperti *Enterprise Risk Management* (ERM).

Penelitian ini berupaya mengisi celah tersebut dengan merancang model penerapan AI berbasis algoritma *Support Vector Machine* (SVM) yang diintegrasikan ke dalam kerangka COSO ERM 2017. Penggunaan SVM dipilih karena kemampuannya yang teruji dalam mengklasifikasikan risiko secara akurat pada sektor lain (Wang et al., 2019), namun belum dioptimalkan untuk mengatasi heterogenitas risiko operasional di pertambangan nikel. Fokus penelitian ini adalah merancang model AI yang mampu mengukur probabilitas dan dampak risiko operasional secara lebih responsif bagi PT Bakti Pertiwi Nusantara. Kontribusi ini diharapkan tidak hanya memberikan nilai praktis bagi perusahaan dalam memitigasi keterlambatan laporan risiko, tetapi juga memperkaya literatur mengenai digitalisasi manajemen risiko di sektor industri strategis.

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan pendekatan kombinasi (mixed-method) dengan dominasi kuantitatif. Pendekatan kualitatif digunakan pada tahap awal penelitian untuk mengidentifikasi dan menentukan risiko utama serta menetapkan parameter yang akan

dianalisis. Proses ini dilakukan melalui wawancara dengan informan kunci dan telaah dokumen, sehingga diperoleh pemahaman kontekstual mengenai risiko utama operasional di industri pertambangan nikel. Adapun lokasi penelitian ini dilaksanakan di PT. Bakti Pertiwi Nusantara yang berlokasi di Perusahaan Pertambangan Nikel Site Sepo, Weda Utara, Halmahera Tengah, Maluku Utara.

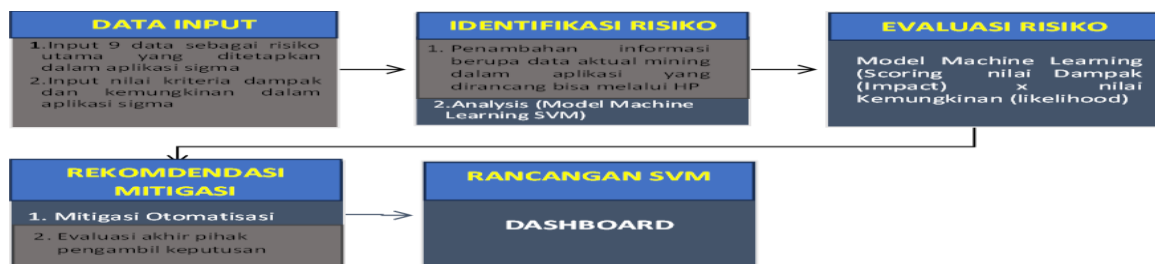
Adapun yang menjadi subjek dalam penelitian ini adalah karyawan di PT. Bakti Pertiwi Nusantara yang merupakan para pengambil keputusan dan karyawan yang langsung menggunakan rancangan Artificial Intelligence dalam manajemen risiko. Agar data lebih akurat, maka penulis menjadikan Direktur Utama, Site Manager atau Kepala Teknik Tambang, SPT engineering dan operation, Manager QAQC dan Geology, SPT HSE dan AI Engineering dari PT.MASA sebagai informan dalam penelitian ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rancangan Model Kecerdasan Buatan Berbasis *Support Vector Machine* (SVM) untuk klasifikasi risiko operasional PT. Bakti Pertiwi Nusantara.

Dalam penelitian ini, rancangan kecerdasan buatan dalam manajemen risiko operasional PT. Bakti Pertiwi Nusantara dirancang dengan menggabungkan dua pendekatan kerja, yakni proses otomatis berbasis kecerdasan buatan dengan menggunakan pendekatan SVM dan proses manual yang masih melibatkan keterlibatan aktif manusia. Pendekatan ini tidak hanya mempertimbangkan ketepatan operasional dan daya adaptasi sistem terhadap perubahan skala operasional, tetapi juga tetap memperhatikan kebutuhan validasi, interpretasi, dan pengalaman profesional dalam pengambilan keputusan.

Secara keseluruhan, penerapan sistem berbasis *Support Vector Machine* (SVM) ini diharapkan mampu memberikan fleksibilitas tinggi bagi organisasi untuk tetap menggunakan pendekatan berbasis pengalaman dalam menentukan level risiko, sekaligus memperoleh dukungan teknologi dalam melakukan klasifikasi, prediksi, dan mitigasi yang berbasis data. Keunggulan pendekatan SVM ini terletak pada kemampuannya untuk menggabungkan keahlian manusia dan kecanggihan algoritma secara sinergis dalam sistem manajemen risiko yang lebih adaptif, responsif, dan terukur. Alur proses manajemen risiko dan struktur sistem SVM menggambarkan keterkaitan setiap komponen untuk menunjukkan bagaimana data diproses dalam sistem AI, termasuk titik-titik proses management risiko yang dikerjakan oleh AI dan yang dikerjakan manual. Berikut bagan rancangan proses manajemen risiko berbasis SVM kecerdasan buatan ;



Fitur Dashboard Dalam Rancangan Model Kecerdasan Buatan Berbasis *Support Vector Machine* (SVM) untuk klasifikasi risiko operasional PT. Bakti Pertiwi Nusantara

Salah satu komponen penting dalam rancangan sistem manajemen risiko berbasis atau kecerdasan buatan pada PT. Bakti Pertiwi Nusantara adalah penyediaan dashboard visual interaktif yang mampu menyajikan informasi secara ringkas, komprehensif, dan real time. Tujuan tampilan visualisasi dashboard adalah sebagai alat bantu pengambilan keputusan dengan menampilkan informasi yang telah diproses dalam bentuk visualisasi yang mudah dipahami yang tidak hanya sebagai tampilan informasi, tetapi juga sebagai wadah komunikasi dalam memantau status risiko, status mitigasi, saran rekomendasi dan efektivitas mitigasi yang telah dijalankan.

Hal ini sesuai dengan harapan informan SA selaku Kepala Teknik Tambang yang menuliskan bahwa keinginannya agar tampilan kerangka manajemen risiko dibuat dalam bentuk report dashboard harian yang secara otomatis mengolah data input dan langsung menjadi output yang diinginkan oleh perusahaan.

Fitur pengaktifan sistem peringatan dini dibuat sebagai bentuk inovasi dalam transformasi digital pengelolaan risiko berbasis atau kecerdasan buatan. Fitur ini merupakan salah satu komponen kunci yang memperkuat kemampuan sistem untuk tidak hanya merespons risiko, tetapi mengantisipasinya lebih awal secara prediktif dan otomatis.

Fitur mitigasi otomatis. Fitur ini tidak terbatas pada upaya untuk meningkatkan kecepatan pengambilan keputusan dalam mitigasi, tetapi juga untuk memastikan konsistensi dan standar mitigasi dalam organisasi. Sistem ini masih bersifat semi-AI, karena hasil akhir berupa rekomendasi yang ditampilkan tidak menggantikan peran pengambil keputusan, melainkan berfungsi sebagai alat bantu yang tetap membutuhkan pertimbangan akhir dari masing - masing kepala departemen operasional dan pihak manajemen

Simulasi Rancangan Model Kecerdasan Buatan Berbasis *Support Vector Machine* (SVM) untuk Klasifikasi Risiko Operasional PT. Bakti Pertiwi Nusantara Dengan Aplikasi Six Sigma

Hasil simulasi rancangan sistem yang telah dikembangkan berdasarkan kerangka konseptual, metodologi penelitian dan hasil penelitian berupa data aktual dari perusahaan PT. BPN yang diambil di bulan Maret, April, dan Mei tahun 2025. Rancangan dashboard yang ditampilkan dalam penelitian ini masih berada pada tahap prototipe dan belum diintegrasikan dengan sistem kecerdasan buatan.

Visualisasi yang ada saat ini hanya dibangun menggunakan perangkat lunak pendukung analisis, yaitu aplikasi Six Sigma, sehingga data yang ditampilkan masih bersifat statis dan belum melalui proses pembelajaran mesin atau pengolahan cerdas oleh *Support Vector Machine* (SVM) AI. Dengan kata lain, prototipe ini baru sebatas representasi awal dari rancangan sistem yang diusulkan, bukan hasil implementasi penuh berbasis AI. Rancangan ini memerlukan uji coba lebih lanjut dengan durasi sekitar 3-4 bulan dengan pengujian parameter berupa bagaimana akurasi prediksi SVM dalam rancangan, kecepatan, dan kemudahan penggunaan agar dashboard dapat melakukan analisis risiko operasional secara otomatis dan adaptif.

Dari 9 jenis risiko utama ada yang belum dapat diukur secara mingguan karena sifat kejadian risiko yang tidak harian. Risiko ini hanya dapat dianalisis berdasarkan rekapitulasi per bulan, karena pencatatan operasional dilakukan secara kolektif di akhir periode. Secara sistem AI, frekuensi pembaruan model dan input juga disesuaikan dengan ketersediaan data aktual. Beberapa risiko tetap dimonitor dalam interval bulanan untuk menjaga validitas analisis.

KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan dari hasil penelitian, diperoleh kesimpulan bahwa kecerdasan buatan menawarkan potensi signifikan dalam meningkatkan efektivitas manajemen risiko operasional melalui penerapan machine learning yaitu pendekatan support vector machine (SVM), rancangan mampu mengolah dan mengklasifikasikan besaran dampak dan kemungkinan secara lebih objektif, konsisten, dan berbasis data sehingga penentuan level risiko, peringatan adanya risiko berbahaya dan saran mitigasi dapat berjalan secara otomatis.

DAFTAR PUSTAKA

1. Baskoro, P. (2015). Perbaikan Kualitas Produk Atap Asbes pada Mesin D di PT XYZ dengan Menggunakan Metode Six Sigma (DMAIC). *Jurnal Ilmiah Universitas Bakrie*.
2. Blanco-Mesa, F., Rivera-Rubiano, J., Patiño-Hernandez, X., & Martinez-Montaña, M. (2019). The importance of enterprise risk management in large companies in colombia. *Technological and Economic Development of Economy*, 25(4), 600–633. <https://doi.org/10.3846/tede.2019.9380>
3. buildin.com. (2021). Artificial Intelligence. What is Artificial Intelligence? How Does AI work? In *buildin.com*.
4. Burges, C. J. C. (1998). A tutorial on support vector machines for pattern recognition. *Data Mining and Knowledge Discovery*, 2(2). <https://doi.org/10.1023/A:1009715923555>
5. Chernov, A., & Chernova, V. (n.d.). *ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN MANAGEMNET: CHALLENGES AND OPPORTUNITIES*.
6. Cortes, C., & Vapnik, V. (1995). Support-Vector Networks. *Machine Learning*, 20(3). <https://doi.org/10.1023/A:1022627411411>
7. Eryanti DrDrsEcSentot Imam Wahjono, E. (2024). *PERAN MANAJEMEN RISIKO DI PERUSAHAAN PERTAMBANGAN PT PERTAMINA (Persero)*.
8. Hopkin, T., Lu, S. L., Sexton, M., & Rogers, P. (2019). Learning from defects in the UK housing sector using action research: A case study of a housing association. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 26(8). <https://doi.org/10.1108/ECAM-04-2018-0146>
9. Kaya, H., Fedotov, D., Dresvyanskiy, D., Doyran, M., Mamontov, D., Markitantov, M., Salah, A. A. A., Kavcar, E., Karpov, A., & Salah, A. A. (2019). Predicting depression and emotions in the cross-roads of cultures, para-linguistics, and non-linguistics. *AVEC 2019 - Proceedings of the 9th International Audio/Visual Emotion Challenge and Workshop, Co-Located with MM 2019*. <https://doi.org/10.1145/3347320.3357691>
10. Psyuk, V., & Polyanska, A. (2024). The usege of artificial intelligence in the activities of mining enterprises. *E3S Web of Conferences*, 526. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202452601016>
11. Reim, W., Åström, J., & Eriksson, O. (2020). Implementation of Artificial Intelligence (AI): A Roadmap for Business Model Innovation. In *AI (Switzerland)* (Vol. 1, Issue 2). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/ai1020011>
12. Rukmayuninda Ririh, K., Laili, N., Wicaksono, A., & Tsurayya, S. (2020). STUDI KOMPARASI DAN ANALISIS SWOT PADA IMPLEMENTASI KECERDASAN BUATAN (ARTIFICIAL INTELLIGENCE) DI INDONESIA. In *Jurnal Teknik Industri* (Vol. 15, Issue 2).
13. Smola, A. J., & Sch, B. (2004). Smola, Schölkopf - 2004 - Statistics and Computing - A tutorial on support vector regression.pdf. *Statistics and Computing*, 14(3).

14. Überwimmer, M., Frankus, E., Casati, L., Stack, S., Kincl, T., & Závodná, L. S. (2024). The AI Evolution in Marketing and Sales: How Social Design Thinking Techniques Can Boost Long-Term AI Strategies in Companies and Regions. *Smart Innovation, Systems and Technologies*, 344. https://doi.org/10.1007/978-981-99-0333-7_2
15. Vapnik, V., & Chappelle, O. (2000). Bounds on error expectation for support vector machines. *Neural Computation*, 12(9). <https://doi.org/10.1162/089976600300015042>
16. Verma, S. (2023). *Emerging Trends In Ai-Based Project Management: A Review Of Literature*. 48(4).
17. Xie, Z., Lou, I., Ung, W. K., & Mok, K. M. (2012). Freshwater algal bloom prediction by support vector machine in Macau storage reservoirs. *Mathematical Problems in Engineering*, 2012. <https://doi.org/10.1155/2012/397473>
18. Zhang, B., Anderljung, M., Kahn, L., Dreksler, N., Horowitz, M. C., & Dafoe, A. (2021). Ethics and governance of artificial intelligence: Evidence from a survey of machine learning researchers. In *Journal of Artificial Intelligence Research* (Vol. 71). <https://doi.org/10.1613/JAIR.1.12895>
19. Zhou, C. (2017). Book review: quantitative risk management: concepts, techniques and tools, revised edition, by A.F. McNeil, R. Frey and P. Embrechts. Princeton University Press, 2015, ISBN 978-0-691-16627-8, xix + 700 pp. *Extremes*, 20(2). <https://doi.org/10.1007/s10687-017-0286-4>
20. International Organization for Standardization. (2018). *ISO 31000:2018 Risk management — Guidelines*. Geneva: ISO.
21. Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission (COSO). (2017). *Enterprise Risk Management—Integrating with Strategy and Performance*. Durham, NC: COSO.