

Model Machine Learning Berbasis *Unsupervised Learning* untuk Perhitungan Dosis Radiasi Petugas Instalasi Radiologi

Marido Bisra¹, Marian Tonis², Danil Hulmansyah³

^{1,3}Teknik Radiologi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Awal Bros

²Administrasi Rumah Sakit, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Awal Bros

¹maridobisra@gmail.com, ²mariann@univawalbros.ac.id, ³daniel@univawalbros.ac.id

Abstract

This study explores the application of a machine learning model to calculate radiation doses for radiation workers in radiology installations. By utilizing dose calculation data and calculations by radiation protection officers, this study aims to improve the quality of radiation worker dose calculations, enrich academic literacy related to doses, and support the growth of the health sector. Radiation protection for radiation workers is regulated by the Nuclear Energy Regulatory Agency (BAPETEN) regulations, which are implemented by radiation protection officers. Measurements performed by radiation protection officers still rely on manual, table-based approaches, which are often inaccurate and time-consuming. This results in the loss of dose information for radiation workers, making it difficult to monitor the radiation dose received by radiation workers. This study aims to create a machine learning-based dose calculation model for radiation workers. The method used is data on radiation worker dose calculations, the calculated dose received by radiation workers, and the dose threshold for radiation workers, which are used to train the machine learning model. The results show that the application can assist in dose calculations based on application testing. The model used is based on unsupervised learning using 100 dose data. The model results show the model's accuracy in the black box test is 94%, so the model can be developed for radiation dose calculations.

Keywords: radiology, dose, calculation, application, worker

Abstrak

Studi ini mengeksplorasi penerapan model pembelajaran mesin untuk menghitung dosis radiasi bagi pekerja radiasi di instalasi radiologi. Dengan memanfaatkan data perhitungan dosis dan perhitungan oleh petugas proteksi radiasi, studi ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas perhitungan dosis pekerja radiasi, memperkaya literasi akademis terkait dosis, dan mendukung pertumbuhan sektor kesehatan. Proteksi radiasi untuk pekerja radiasi diatur oleh peraturan Badan Pengatur Energi Nuklir (BAPETEN), yang diimplementasikan oleh petugas proteksi radiasi. Pengukuran yang dilakukan oleh petugas proteksi radiasi masih bergantung pada pendekatan manual berbasis tabel, yang seringkali tidak akurat dan memakan waktu. Hal ini mengakibatkan hilangnya informasi dosis bagi pekerja radiasi, sehingga sulit untuk memantau dosis radiasi yang diterima oleh pekerja radiasi. Studi ini bertujuan untuk membuat model perhitungan dosis berbasis pembelajaran mesin untuk pekerja radiasi. Metode yang digunakan adalah data tentang perhitungan dosis pekerja radiasi, perhitungan dosis yang diterima oleh pekerja radiasi, dan ambang batas dosis untuk pekerja radiasi, yang digunakan untuk melatih model pembelajaran mesin. Hasil menunjukkan aplikasi dapat membantu dalam kalkulasi dosis berdasarkan uji aplikasi. Model yang disusun berbasis unsupervised learning dengan menggunakan 100 data dosis. Hasil model menunjukkan keakuratan model pada uji black box sebesar 94%, sehingga model dapat dikembangkan untuk perhitungan dosis radiasi.

Kata kunci: radiologi, dosis, kalkulasi, aplikasi, pekerja.



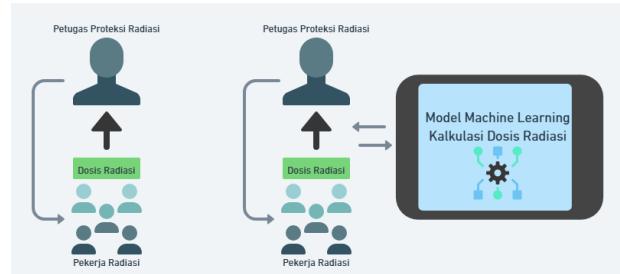
1. Pendahuluan

Instalasi radiologi adalah fasilitas penunjang medis yang menyediakan layanan pemeriksaan radiologi, baik dengan radiasi pengion (seperti sinar-X) maupun non-pengion (seperti MRI), untuk membantu dokter dalam menegakkan diagnosis dan merawat pasien[1]. Sinar-X adalah pancaran gelombang elektromagnetik yang dapat menyebabkan efek negatif pada jaringan tubuh manusia, hal ini juga berlaku pada petugas radiasi yang bekerja di instalasi radiologi[1]. Berdasarkan Perka BAPETEN didalam perhitungan dosis pekerja radiasi dilakukan perhitungan oleh petugas proteksi radiasi dengan batas ambang nilai batas dosis (NBD) petugas radiasi adalah 0,2 mSv pertahun[2].

Meskipun dalam perhitungan dosis radiasi pekerja telah diatur dalam peraturan yang jelas, namun didalam pelaksanaannya petugas proteksi radiasi masih menggunakan pola perhitungan tabel secara manual secara langsung yang riskan terjadi kesalahan pada perhitungannya, hal ini menyebabkan dapat terjadi kesalahan perhitungan dosis sehingga meningkatkan angka petugas radiasi dengan dosis berlebih[3].

Kesalahan dalam perhitungan dosis radiasi dapat menyebabkan munculnya efek negatif radiasi pada pekerja radiasi dimana tingkat kematian akibat kanker pada petugas radiasi lebih tinggi 40% dibandingkan petugas Kesehatan lainnya[4]. Hal ini melatar belakangi penelitian ini untuk membuat model machine learning untuk membantu kebutuhan petugas proteksi radiasi dalam melakukan pencatatan dan kalkulasi dosis radiasi. Pemanfaatan penggunaan model machine learning diharapkan dapat meningkatkan akurasi dan meminimalisir kesalahan dalam perhitungan dosis radiasi petugas di instalasi radiologi[5].

Strategi pemecahan masalah yang akan dilakukan dalam penelitian ini yaitu dengan melakukan analisis pengembangan model machine learning untuk sistem kalkulasi berbasis *unsupervised learning* untuk mengkalkulasi dosis pekerja radiasi kemudian menerapkan model yang telah dibuat pada platform perhitungan dosis radiasi pada penelitian lanjutan.



Gambar 1. Model kalkulasi lama dan model machine learning yang ditawarkan

Pada gambar 1. Dapat dilihat bahwa model platform yang ditawarkan memiliki perbedaan adanya sebuah model machine learning sebagai sistem kalkulasi dosis radiasi pada pekerja radiasi. Hal ini dapat menjadi sarana penunjang untuk meminimalisir kesalahan perhitungan dosis dan membantu petugas proteksi radiasi dalam melakukan perhitungan yang biasanya dilakukan secara langsung dan manual.

2. Metode Penelitian

Diagram alir penelitian yang digambarkan berikut meliputi indentifikasi masalah, pengumpulan data, perancangan dan simulasi model rekomendasi, Analisis hasil rekomendasi dan untuk luaran termasuk membuat laporan dan publikasi yang dijelaskan[6].

Identifikasi masalah dilakukan dengan cara merujuk pada data kuantitatif melalui nilai perhitungan dosis radiasi yang telah dilakukan oleh petugas proteksi radiasi dan metode dari petugas untuk melakukan tabulasi nilai dosis. Identifikasi masalah yang telah dilakukan menunjukkan bahwa perhitungan dosis pekerja radiasi yang ada belum menggunakan model perhitungan berbasis machine learning untuk memberikan informasi dan perhitungan dosis secara lebih akurat[7]. Identifikasi masalah dilakukan oleh ketua peneliti dan anggota peneliti dengan basis ilmu radiologi

Pengumpulan data menggunakan metode purposive sampling dimana akan diambil data pencatatan nilai dosis yang telah diterima oleh petugas radiasi pada instalasi radiologi. Pengumpulan data dilakukan pada 100 orang petugas radiasi dengan data yang diambil berupa data retrospective cohort dengan mengambil data pengukuran pada satu tahun terakhir.

2.1 Perancangan dan simulasi model

- Model machine learning yang dibuat bertujuan untuk melakukan kalkulasi dan pencatatan pada nilai dosis radiasi yang

diterima oleh petugas radiasi di instalasi radiologi. Algorhythma yang digunakan adalah unsupervised learning.

Unsupervised learning adalah teknik pembelajaran mesin yang mempelajari data tanpa pengawasan manusia. Teknik ini digunakan untuk menemukan pola dan struktur dalam data yang tidak memiliki label[8]. Algoritma ini cocok untuk melakukan perhitungan terhadap dosis radiasi pada perkerja sehingga didapatkan hasil perhitungan nilai dosis apakah melewati atau tidak melewati Nilai Batas Dosis (NBD).

- b. Simulasi model bertujuan untuk mengetahui seberapa akurat data perhitungan berdasarkan atribut data yang didapatkan sehingga model yang dihasilkan dari penelitian ini dapat dimanfaatkan pada kalkulasi dosis radiasi dan dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan[9]. Adapun tahapan simulasi yang akan dilakukan sebagai berikut :
 - 1) Melakukan proses ETL pada data sample yang akan digunakan
 - 2) Melakukan training data Training data memanfaatkan teknologi opensource seperti google collab dan anaconda yang umum digunakan dalam bidang machine learning.
 - 3) Melakukan Testing data menggunakan data baru
 - 4) Menghitung nilai akurasi dari hasil training dan testing
 - 5) Menggenerate model dalam bentuk pickle (.pkl) sebagai luaran produk penelitian

2.2 Analisis hasil dilaksanakan terhadap nilai akurasi dari model rekomendasi yang telah disimulasikan menggunakan data sampel.

2.3 Luaran dan Publikasi.

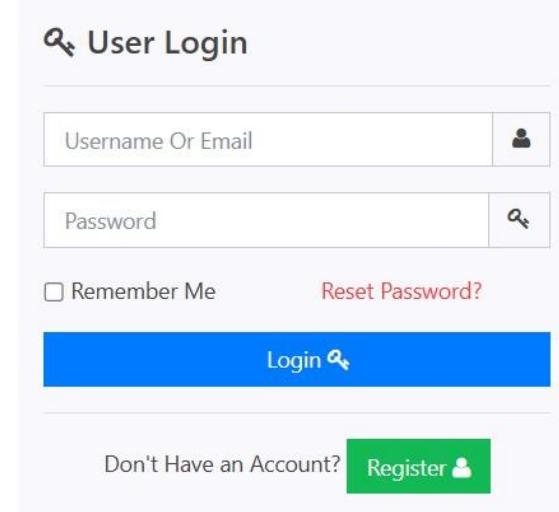
Pada tahapan ini tim peneliti akan menyelesaikan laporan akhir sebagai pertanggung jawaban dari pelaksanaan penelitian dan melakukan publikasi jurnal sebagai luaran hasil penelitian berbentuk artikel yang harapannya dapat berkontribusi untuk dunia riset dan Pendidikan.

3. Hasil dan Pembahasan

Perancangan pembuatan aplikasi rekapitulasi dosis radiasi yang diterima oleh petugas radiologi ini dibuat dengan menggunakan data rekap evaluasi dosis pada petugas radiologi di instalasi radiologi RSUD Arifin Achmad Provinsi Riau, dimulai dengan pembuatan flowchart sistem aplikasi dan use case kedalam algoritma pembuatan aplikasi kemudian dari algoritma perancangan aplikasi tersebut dibuatlah desain aplikasi nya. Desain aplikasi dirancang dengan 6 menu yaitu Menu Login, Menu Registrasi, Menu Dashboard, Menu Admin, Menu Dosis TLD I, Menu Dosis TLD II, untuk dapat menjadi sebuah aplikasi maka dibuat

dalam sebuah *database*, setelah selesai membuat database selanjutnya masuk ke tahap coding, proses coding bertujuan untuk membuat ikatan sistem kerja antara sistem satu dengan sistem lainnya sehingga dalam aplikasi tersebut dapat kita atur sesuai kebutuhan dalam penginputan data rekapitulasi dosis radiasi yang diterima oleh petugas radiologi, terakhir hasil akhir dari aplikasi ini dapat menampilkan dosis radiasi TLD petugas radiologi per-periode yang data nya sudah diambil di instalasi radiologi RSUD Arifin Achmad Provinsi Riau.

Setelah aplikasi dibuat, diperlukan serangkaian pengujian, salah satunya adalah pengujian sistem aplikasi atau metode Black box. Menurut [10], metode Black box adalah jenis pengujian yang berdasarkan fungsi dari program, dengan tujuan menemukan kesalahan pada fungsi program tersebut. Pengujian ini dilakukan dengan mencoba semua kemungkinan yang terjadi secara berulang kali. Jika masih ditemukan kesalahan, maka dilakukan penyelidikan dan perbaikan. Setelah selesai, pengujian dilakukan kembali. Proses pengujian dan perbaikan dilakukan terus menerus hingga diperoleh hasil yang optimal.



Gambar 2. Tampilan Login Aplikasi

Pengujian black box aplikasi rekapitulasi dosis radiasi ini dilakukan oleh peneliti untuk mengamati hasil akhir pada software. Hasil pengujian ini diperoleh melalui data uji dan digunakan untuk memeriksa fungsionalitas aplikasi tersebut. Dari hasil pengujian aplikasi, terdapat 12 item yang dianalisis, yaitu:

Login User (Normal), diuji dengan cara memasukkan username dan password, dan jika aplikasi mampu menampilkan halaman utama sistem maka sistem dikatakan sesuai.

Login User (Data Salah), diuji dengan cara memasukkan username dan password yang salah,

dan jika aplikasi tidak mampu menampilkan halaman utama sistem maka sistem dikatakan sesuai. Informasi Data, diuji dengan cara masuk ke halaman menu repeat radiografi, dan jika aplikasi mampu menampilkan data repeat dalam bentuk grafik dan tabel maka sistem dikatakan sesuai.

Tambah Data, diuji dengan cara mengklik item "+ Kunjungan", dan jika aplikasi mampu menambahkan data maka sistem dikatakan sesuai.

Lihat Detail Data, diuji dengan cara mengklik item detail data, dan jika aplikasi mampu menampilkan rincian data maka sistem dikatakan sesuai.

Edit Data, diuji dengan cara mengklik item edit data, dan jika aplikasi mampu mengubah data serta menampilkan data terbaru setelah perubahan maka sistem dikatakan sesuai.

Hapus Data, diuji dengan cara mengklik item hapus data, dan jika aplikasi mampu menghapus data yang dipilih maka sistem dikatakan sesuai.

Fitur Search (Normal), diuji dengan cara memasukkan keyword pencarian di fitur search, dan jika aplikasi mampu menampilkan data sesuai dengan keyword pencarian maka sistem dikatakan sesuai.

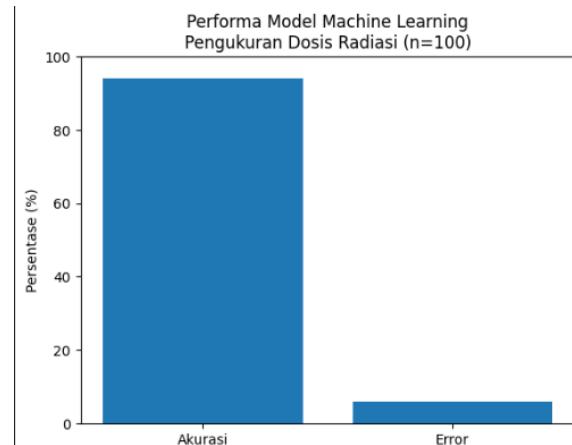
Fitur Search (Data Salah), diuji dengan cara memasukkan keyword pencarian di fitur search, dan jika aplikasi tidak mampu menampilkan data sesuai dengan keyword pencarian maka sistem dikatakan sesuai karena data tersebut tidak ada atau salah.

Show Entries, diuji dengan cara mengklik ikon segitiga terbalik pada fitur show entries, dan jika aplikasi mampu menampilkan urutan dan jumlah data yang terinput atau dipilih maka sistem dikatakan sesuai.

Cetak, diuji dengan cara mengklik item cetak, dan jika aplikasi mampu menampilkan data yang akan dicetak maka sistem dikatakan sesuai. Logout, diuji dengan cara mengklik item logout, dan jika aplikasi mampu keluar dari system serta kembali ke laman utama aplikasi maka sistem dikatakan sesuai.

Grafik performa model machine learning untuk pengukuran dosis radiasi menunjukkan tingkat akurasi sebesar 94 persen dari total 100 data yang digunakan dalam proses pelatihan dan pengujian model tersebut (seperti pada gambar 3). Hasil ini mengindikasikan bahwa algoritma mampu memprediksi nilai dosis dengan kesalahan relatif kecil sekitar 6 persen. Performa ini cukup baik untuk aplikasi klinis terutama membantu petugas proteksi radiasi melakukan estimasi cepat dan konsisten. Grafik juga memperlihatkan keseimbangan antara akurasi dan error sehingga model dapat dipertimbangkan sebagai alat pendukung keputusan dalam manajemen

keselamatan radiasi di fasilitas pelayanan kesehatan namun tetap diperlukan validasi lanjutan dengan dataset lebih besar agar generalisasi model semakin kuat terpercaya.



Gambar3. Grafik Performa Model

4. Kesimpulan

Penelitian telah menyelesaikan tahap perancangan sistem dan pengujian sistem melalui uji black box dengan nilai akurasi model sebesar 94%. System telah berjalan dengan baik dan hasil uji menunjukkan nilai baik. Penelitian ini dapat dilanjutkan kembali dengan pengembangan pada system dan pengembangan prototype.

Ucapan Terimakasih

Terima kasih penulis ucapan kepada Yayasan Awal Bros Bangun Bangsa yang telah memberikan dana.

Daftar Rujukan

- [1] D. Nurlina, A. Rifai, and J. Jamaluddin, "Faktor-Faktor Yang Memengaruhi Kepuasan Pasien Instalasi Gawat Darurat Rumah Sakit TNI AD Tk Iv 02.07.04 Bandar Lampung Tahun 2017," *J. Ilmu Kesehat. Masy.*, vol. 8, no. 03, pp. 78–88, 2019, doi: 10.33221/jikm.v8i03.299.
- [2] no 4 Bapeten Perka, "Peraturan Badan Pengawas Tenaga Nuklir Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2020," pp. 1–52, 2020.
- [3] N. W. Sudatri, "Dampak buruk radiasi," *Dampak Buruk Radiasi*, [Online]. Available: https://repositori.unud.ac.id/protected/storage/upload/repositori/ID1_19711031199802200125091309954dampak-buruk-radiasi-handphone.pdf
- [4] M. S. K. Ayu, "Proteksi Radiasi Pada Pasien, Pekerja, dan Lingkungan di Dalam Instalasi Radiologi," *Str. J. Ilm. Kesehat.*, pp. 236–39, 2019.
- [5] A. Roo *et al.*, "Evaluasi Penerimaan Dosis Radiasi pada Pekerja Radiasi di Instalasi Radiologi RSUD Wonosari," *Kaunia Integr. Interconnect. Islam Sci. J.*, vol. 19, no. 2, pp. 43–49, 2023.
- [6] R. S. Nurhalizah and R. Ardianto, "Analisis Supervised dan Unsupervised Learning pada Machine Learning: Systematic Literature Review," vol. 4, no. 1, pp. 61–72,

- 2024.
- [7] P. Santoso, H. Abijono, and N. L. Anggreini, “ALGORITMA SUPERVISED LEARNING DAN UNSUPERVISED,” vol. 4, no. 2, pp. 315–318, 2021.
- [8] G. Persadha, M. Zaini, P. Studi Teknik Elektromedik, P. Studi Perekam Medis Dan Informasi Kesehatan, and P. Studi Farmasi Politeknik Unggulan Kalimantan, “PERHITUNGAN NILAI BATAS DOSIS RADIASI PADA PASIEN BERBASIS APLIKASI ANDROID (Calculation Of Radiation Dosage Value In Patients Based On Android Application)”.
- [9] J. Homepage, A. Roihan, P. Abas Sunarya, and A. S. Rafika, “IJCIT (Indonesian Journal on Computer and Information Technology) Pemanfaatan Machine Learning dalam Berbagai Bidang: Review paper,” 2019.
- [10] D. Damayanti and K. Dwiningsih, “Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berorientasi Blended Learning Pada Materi Sistem Periodik Unsur Kelas X SMA,” *UNESA J. Chem. Educ.*, vol. 6, no. 1, pp. 16–23, 2017.