

BAB I

PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Sebagai organ yang esensial, jantung dalam tubuh manusia bertindak sebagai pompa yang bertanggung jawab mendistribusikan darah. Proses ini sangat krusial untuk mengedarkan nutrisi dan oksigen ke seluruh sistem. Dengan ukuran sebesar kepalan tangan manusia normal, jantung memiliki peran krusial dalam menjaga kinerja berbagai organ. Namun, jika jantung mengalami gangguan, seperti penurunan fungsi atau penyakit jantung, seluruh sistem tubuh dapat terdampak. Salah satu penyebab umum gangguan tersebut adalah penumpukan lemak di dalam arteri jantung, yang dikenal sebagai aterosklerosis. Kondisi ini menjadi pemicu utama penyakit jantung koroner, yakni gangguan yang menyebabkan kerusakan pada jantung sehingga mengganggu fungsinya secara keseluruhan (Junaid dan Kumar, 2020).

Penyempitan atau penyumbatan arteri koroner merupakan pemicu utama Penyakit Jantung Koroner (PJK). Arteri koroner sendiri adalah pembuluh darah yang berfungsi mengalirkan darah beroksigen menuju otot jantung. Proses aterosklerosis, yang ditandai oleh penumpukan plak. Plak terbentuk dari akumulasi substansi seperti kolesterol, lemak, dan berbagai zat lain yang menjadi faktor utama penyebab penyempitan ini. Elemen yang berpotensi membahayakan seperti tekanan darah tinggi/hipertensi, kolesterol tinggi, diabetes, merokok, obesitas, dan pola hidup tidak aktif mempercepat proses aterosklerosis. Meskipun sering berlangsung tanpa gejala selama bertahun-tahun, kondisi ini dapat menyebabkan komplikasi serius, seperti serangan jantung, yang mengancam kelangsungan fungsi jantung dan organ tubuh lainnya. (Xie, Y. dkk. 2025).

Dengan angka kematian mencapai 17,8 juta jiwa, Penyakit Jantung Koroner (PJK) menempati urutan pertama sebagai penyebab kematian terbanyak. Fakta ini didapatkan berdasarkan laporan *World Health Organization* (WHO) tahun 2021, meskipun PJK tergolong dalam kelompok penyakit tidak menular, namun menjadi

penyebab kematian nomor satu di dunia. Pada penelitian yang dilakukan oleh Lee, M. G. Y. dkk pada tahun 2025, ditemukan bahwa faktor risiko penyakit jantung koroner (PJK) tradisional, seperti hipertensi, hiperkolesterolemia, obesitas, dan penyakit metabolik, berkontribusi signifikan terhadap kesehatan pasien dengan koarktasio Aorta (CoA). Penelitian tersebut menunjukkan bahwa lebih dari 70% pasien CoA memiliki setidaknya satu faktor risiko kardiovaskular yang signifikan.

Kurangnya informasi dan kesadaran akan pentingnya pola hidup sehat menyebabkan seseorang tidak dapat mengenali gejala awal adanya PJK, sehingga mempersulit penanganan awal. Proses pendeteksian PJK saat ini masih mengandalkan metode manual. Dengan panjangnya prosedur pelayanan kesehatan yang harus diikuti, biaya yang relatif mahal dan banyaknya alat kesehatan yang dapat dibeli dengan mudah semakin membuat orang memilih untuk tidak berkonsultasi langsung dengan spesialis jantung karena harus melewati serangkaian pemeriksaan laboratorium yang mahal, yang pada akhirnya tetap memerlukan keputusan (evaluasi) dokter. Selain itu, maraknya alat kesehatan yang mudah didapatkan semakin mendorong orang untuk mengambil jalan pintas tanpa bimbingan medis profesional (Mai dkk, 2018).

Kemajuan di sektor teknologi dan informasi telah mendorong pengenalan teknik machine learning sebagai bagian dari kecerdasan buatan (AI), dengan tujuan meningkatkan efisiensi deteksi secara otomatis. Salah satu diantaranya adalah *Extreme Learning Machine* (ELM). Algoritma ELM merupakan algoritma pelatihan untuk jaringan saraf umpan balik lapisan tunggal (SLFN) yang konvergen jauh lebih cepat dari metode konvensional dan mengungguli metode *machine learning* lain karena mampu mengurangi waktu komputasi secara signifikan. (Wang, J dkk, 2021).

Jaringan saraf tiruan dapat dilatih melalui teknik ELM yang sangat dikenal karena kecepatan pelatihannya yang tinggi dan kemampuan untuk mencapai akurasi yang tinggi dengan pengaturan parameter yang sangat sedikit. Selama proses pelatihan, berat neuron input dan tersembunyi ditetapkan secara acak dan tidak diperbarui, yang mengurangi kompleksitas komputasi dalam ELM (Saber-Movahed, F. dkk, 2020).

Berdasarkan studi yang dilakukan sebelumnya oleh Elsayed N., dkk pada tahun 2022, ditemukan bahwa model pembelajaran mesin dapat diimplementasikan menggunakan jaringan ELM, berdasarkan data kuesioner kesehatan, serta dapat diprediksi diabetes pada orang dewasa. Model ini mencapai akurasi 98,07% dengan nol tingkat positif palsu. Selain itu, model ini dapat dengan mudah diterapkan, dan tidak mahal dari segi implementasi dan persyaratan perangkat keras. Model ini tidak menggantikan penyedia layanan medis. Namun, ini dapat memberikan peringatan dini kepada pengguna untuk mencari dukungan medis profesional, mendeteksi diabetes lebih awal, dan menerima perawatan yang diperlukan. Model yang diusulkan akan diterapkan dalam aplikasi yang ramah pengguna yang dapat digunakan di berbagai wilayah dan daerah, terutama daerah pedesaan dan daerah berkembang.

Guna menurunkan tingkat fatalitas yang disebabkan oleh penyakit jantung, proses prediksi dapat diterapkan untuk mengenali orang-orang yang memiliki risiko terkena penyakit tersebut. Teknik penambangan data (*data mining*), terutama *Extreme Learning Machine* (ELM), umum digunakan untuk tujuan ini. Meskipun ELM terkenal dengan kecepatan pelatihannya karena merupakan metode jaringan saraf yang tidak memerlukan *backpropagation* (perambatan balik), mendapatkan jumlah *hidden node* yang ideal dan akurasi maksimal masih menjadi kendala. Untuk mengatasi keterbatasan ini, penelitian ini mengusulkan integrasi ELM dengan *Particle Swarm Optimization* (PSO). Tujuannya adalah untuk mengoptimalkan klasifikasi penyakit jantung, sehingga menghasilkan proses pembelajaran yang cepat dan performa terbaik. Hasil riset membuktikan efektivitas metode gabungan ini, yang dievaluasi berdasarkan parameter seperti ukuran populasi, iterasi, dan jumlah *hidden node*. Secara spesifik, ELM yang dioptimalkan dengan PSO terbukti mampu memberikan klasifikasi diagnosis penyakit jantung yang akurat dengan tingkat keberhasilan yang meyakinkan (Ariyanti, P.A. dkk, 2023).

Dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Khan, M.A. dkk 2021, menunjukkan bahwa kerangka kerja *One Class Kernel ELM* dan *Selected Deep Features* mengungguli metode CNN 15 lapis dengan akurasi yang lebih tinggi.

Penambahan langkah fusi meningkatkan kinerja sistem dan meningkatkan akurasi rata-rata. Selain itu, metode *Selected Deep Features* dan *One Class Kernel ELM* meningkatkan akurasi hingga 95% dengan memilih fitur-fitur yang paling diskriminatif. Namun, salah satu keterbatasan dari metode ini adalah bahwa beberapa fitur penting dihapus dari langkah pemilihan fitur. Menambahkan pemilih fitur tidak hanya menghilangkan informasi yang tidak diperlukan, tetapi juga menghilangkan informasi yang bermanfaat. Dalam pekerjaan mendatang, kami akan memperbaiki proses seleksi fitur demi peningkatan akurasi secara keseluruhan.

Pada Penelitian yang bertujuan untuk meningkatkan hasil panen dan pertumbuhan tanaman pertanian melalui pemantauan yang lebih efektif dan akurat. Untuk mencapai tujuan ini, berbagai model kecerdasan buatan diterapkan dan dibandingkan berdasarkan kinerja mereka. Di antara model-model tersebut, *deep Convolutional Neural Network* (CNN) berhasil mencapai akurasi sebesar 97,2%, menunjukkan kemampuan yang kuat dalam menganalisis data pertanian dan memberikan rekomendasi yang tepat. Model LeNet, dengan akurasi mencapai 98,64%, menunjukkan kinerja yang lebih baik dan mampu memberikan hasil yang lebih presisi dalam konteks ini. Selain itu, model kombinasi CNN dengan *Particle Swarm Optimization* (CNN&PSO) juga diuji dan berhasil mencapai akurasi sebesar 98,2%. Model ini menggabungkan keunggulan CNN dalam pemrosesan gambar dengan kemampuan PSO dalam optimasi, sehingga menghasilkan performa yang lebih baik dibandingkan *deep CNN*. Namun, dari semua model yang diuji, ELM menonjol dengan akurasi tertinggi, yaitu 98,83%. ELM terbukti sangat efektif dalam memprediksi hasil panen dan kondisi pertumbuhan tanaman, menjadikannya model yang paling andal dalam penelitian ini (Vashisht, S. dkk, 2022).

Berdasarkan berbagai penelitian sebelumnya, algoritma ELM telah menunjukkan potensinya dalam berbagai aplikasi prediktif, termasuk bidang kesehatan. Dengan keunggulannya dalam kecepatan komputasi dan kemampuan menangani data berukuran besar, algoritma ELM akan diaplikasikan untuk mengoptimalkan hasil prediksi risiko penyakit jantung koroner. Tujuan utama dari penerapan algoritma ini adalah untuk mencapai tingkat akurasi yang tinggi dalam

memprediksi risiko penyakit tersebut, sehingga memungkinkan identifikasi dini dan intervensi yang lebih tepat untuk pasien. Dengan demikian, penggunaan ELM diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan kualitas diagnosis dan pengelolaan penyakit jantung koroner, serta mengurangi angka kejadian dan mortalitas yang terkait dengan kondisi ini.

ELM pertama kali diperkenalkan oleh Huang dkk sebagai algoritma pembelajaran sederhana untuk jaringan saraf *feedforward* SLFN dengan N node tersembunyi. *Input* ke SLFN langsung dihubungkan ke *output* melalui satu set bobot. Pada setiap node, jumlah bobot dan produk *input* dihitung. ELM merupakan metode jaringan saraf tiruan yang memiliki keunggulan bahwa proses pelatihannya tidak memerlukan propagasi balik, sehingga proses pelatihannya dapat lebih cepat karena tidak perlu memperbarui nilai bobot dan bias pada setiap *epoch*. Metode ELM dapat digunakan untuk mendeteksi keberadaan tumor otak dengan melakukan klasifikasi pada data pencitraan MRI (Wang, J dkk, 2021).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Qi, R dan Zhang, J pada tahun 2020, pendekatan rekonstruksi dan prognosis magnitudo kesalahan diterapkan untuk mendeteksi kesalahan proses. Vektor pemuatan pertama dari model PCA digunakan untuk membentuk matriks arah kesalahan, memungkinkan diagnosis yang efektif. Hasilnya menunjukkan bahwa metode ini berhasil mengidentifikasi semua kesalahan yang dipertimbangkan. Estimasi magnitudo kesalahan digunakan dalam model *Vector Auto Regression* (VAR) dan ELM untuk prognosis, di mana model VAR gagal memberikan prediksi jangka panjang yang akurat akibat efek nonlinier. Sebaliknya, model ELM mampu menghasilkan prediksi yang lebih andal, sehingga lebih cocok untuk prognosis jangka panjang. Penelitian mendatang akan meningkatkan ketahanan dan sensitivitas diagnosis serta memperkirakan sisa umur proses.

Hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Chawla dkk, 2002 menunjukkan bahwa pendekatan *Synthetic Minority Over-Sampling Technique* (SMOTE) dapat meningkatkan pengklasifikasian untuk kelas minoritas. SMOTE menyediakan pendekatan baru untuk pengambilan sampel yang berlebihan. Kombinasi SMOTE dan under-sampling berkinerja lebih baik daripada under-sampling biasa. SMOTE

diuji pada berbagai dataset ada berbagai tingkat ketidakseimbangan dari jumlah data yang bervariasi dalam set pelatihan sehingga menyediakan tesbed yang beragam. Kombinasi SMOTE dan *under-sampling* juga berkinerja lebih baik, berdasarkan dominasi dalam ROC, daripada memvariasikan rasio kerugian di *ripper* atau prior kelas di *Naïve Bayes Classifier*: metode yang dapat secara langsung dapat menangani distribusi kelas yang miring. SMOTE memaksa pembelajaran terfokus dan memperkenalkan bias terhadap kelas minoritas. Hanya untuk himpunan data yang paling tidak miring.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan Penelitian tesis ini adalah:

1. Menganalisis implementasi algoritma *Extreme Learning Machine* (ELM) dalam mengklasifikasikan stadium risiko penyakit jantung koroner ke dalam lima kategori (Kelas 0-4).
2. Mengevaluasi pengaruh integrasi metode *Synthetic Minority Over-sampling Technique* (SMOTE) terhadap peningkatan performa algoritma ELM dalam menangani ketidakseimbangan data (*imbalanced data*) pada dataset pasien PJK.
3. Mengukur efektivitas model prediksi yang dibangun berdasarkan parameter klinis spesifik guna memberikan rekomendasi klasifikasi stadium risiko yang akurat dan tervalidasi.

1.3 Manfaat Penelitian

Secara akademis, penelitian ini diharapkan bisa memperkaya wawasan di bidang data science, khususnya dalam membuktikan bagaimana kombinasi metode SMOTE dan algoritma *Extreme Learning Machine* (ELM) bisa bekerja lebih efektif saat menghadapi data kesehatan yang tidak seimbang. Hasil ini bisa menjadi referensi yang berguna bagi peneliti lain yang ingin mengoptimalkan prediksi penyakit dengan kategori stadium yang kompleks. Secara praktis, model yang dihasilkan bisa menjadi alat bantu bagi tenaga medis di RSUD dr. Soeselo untuk

menentukan stadium risiko pasien jantung secara lebih cepat dan objektif. Dengan deteksi dini yang lebih akurat, pihak rumah sakit dapat memberikan penanganan yang lebih tepat sasaran, yang pada akhirnya sangat berarti dalam membantu meningkatkan peluang kesembuhan dan kualitas hidup pasien



SEKOLAH PASCASARJANA