

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang PRO-STEP : Road to Champion Program

Penyakit ginjal kronis atau *Chronic Kidney Disease* (CKD) merupakan salah satu permasalahan kesehatan yang terus mengalami peningkatan secara global, termasuk di Indonesia (Mark et al., 2025; Nasution et al., 2025). CKD bersifat progresif dan pada umumnya tidak menunjukkan gejala yang signifikan pada tahap awal, sehingga banyak penderita baru terdiagnosis ketika penyakit telah memasuki stadium lanjut. Kondisi tersebut tidak hanya berdampak pada penurunan kualitas hidup pasien, tetapi juga meningkatkan beban sistem pelayanan kesehatan, baik dari aspek pembiayaan maupun kebutuhan sumber daya tenaga medis.

Beban CKD tidak terdistribusi secara merata di seluruh dunia. Berdasarkan studi Global Burden of Disease (GBD) 2023, prevalensi CKD tertinggi ditemukan di kawasan Afrika Utara dan Timur Tengah (18,0%), diikuti oleh Asia Selatan (15,8%), Afrika Sub-Sahara (15,6%), serta Amerika Latin dan Karibia (15,4%) (Mark et al., 2025). Meskipun demikian, dari sisi jumlah penderita absolut, negara-negara dengan populasi besar seperti Tiongkok dan India menanggung beban terbesar, sementara Amerika Serikat, Indonesia, Jepang, Brasil, Rusia, Meksiko, Nigeria, Pakistan, Bangladesh, Iran, Filipina, Vietnam, Thailand, dan Turki masing-masing melaporkan lebih dari 10 juta penduduk dewasa yang hidup dengan CKD. Ketimpangan distribusi ini menegaskan bahwa CKD merupakan permasalahan kesehatan global yang kompleks, dipengaruhi oleh interaksi antara faktor genetik, gaya hidup, akses terhadap layanan kesehatan, dan tingkat pembangunan sosio-demografis suatu negara.

Salah satu tantangan mendasar dalam penanggulangan CKD adalah sifatnya yang sebagian besar asimtomatik pada stadium awal (stadium 1 hingga 3), sehingga banyak individu baru menyadari kondisinya setelah fungsi ginjal mengalami penurunan signifikan. Kondisi ini menyebabkan keterlambatan intervensi medis

yang pada akhirnya meningkatkan risiko progresi menuju gagal ginjal terminal (End-Stage Kidney Disease/ESKD) yang memerlukan terapi pengganti ginjal seperti hemodialisis, dialisis peritoneal, atau transplantasi ginjal. Terapi-terapi tersebut tidak hanya membebani pasien secara fisik dan psikologis, tetapi juga menimbulkan beban finansial yang besar bagi individu maupun sistem kesehatan nasional. Di Indonesia, jumlah pasien yang menjalani terapi hemodialisis telah mencapai lebih dari 200.000 orang dengan penambahan sekitar 60.000 pasien baru setiap tahun, menunjukkan tren peningkatan kebutuhan layanan dialisis yang terus berlanjut (Prasetyo, 2026). Sejalan dengan peningkatan tersebut, pembiayaan penyakit ginjal kronis dalam Program Jaminan Kesehatan Nasional (JKN) juga mengalami kenaikan yang signifikan, dari sekitar Rp6,5 triliun pada tahun 2019 menjadi sekitar Rp11 triliun pada tahun 2024 (Nasution et al., 2025). Besarnya beban pelayanan dan pembiayaan tersebut menunjukkan bahwa penanganan CKD tidak dapat hanya berfokus pada terapi setelah penyakit memasuki stadium lanjut, tetapi perlu diarahkan pada upaya deteksi dini dan pengendalian faktor risiko untuk mencegah progresi penyakit menuju gagal ginjal terminal.

Perkembangan teknologi kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*), khususnya *machine learning*, membuka peluang baru dalam upaya deteksi dini penyakit kronis berbasis data klinis dan epidemiologis berskala besar. Berbeda dengan pendekatan diagnosis konvensional yang mengandalkan perhitungan manual *estimated Glomerular Filtration Rate* (eGFR) melalui persamaan seperti CKD-EPI, pendekatan *machine learning* memungkinkan identifikasi pola non-linear dan interaksi kompleks antarvariabel yang sulit ditangkap melalui analisis statistik tradisional. Dengan memanfaatkan data survei kesehatan populasi berskala nasional, seperti National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) yang dikelola oleh Centers for Disease Control and Prevention (CDC) Amerika Serikat, penelitian ini berupaya mengembangkan model klasifikasi yang mampu mengidentifikasi individu berisiko tinggi CKD secara lebih efisien, sehingga dapat mendukung program skrining kesehatan masyarakat yang lebih luas dan terjangkau.

Pemilihan topik deteksi dini CKD berbasis *machine learning* dalam PRO-STEP: Road to Champion Program juga didasari oleh pertimbangan relevansi

keilmuan penulis pada bidang teknologi informasi dan sains data, serta urgensi permasalahan kesehatan yang bersifat lintas disiplin. Sinergi antara kompetensi teknis dalam pengolahan data dan pemodelan statistik dengan pemahaman kontekstual mengenai determinan klinis CKD diharapkan mampu menghasilkan karya ilmiah yang tidak hanya unggul secara metodologis, tetapi juga memiliki nilai kebermanfaatan nyata bagi masyarakat luas, sejalan dengan visi program PRO-STEP dalam mendorong mahasiswa Universitas Multimedia Nusantara untuk berprestasi di ajang kompetisi ilmiah tingkat nasional.

Seiring dengan perkembangan teknologi, khususnya dalam bidang kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) dan *machine learning*, muncul berbagai peluang baru dalam mendukung layanan kesehatan (Ahsan et al., 2022; B & R, 2024). Salah satu penerapannya adalah pengembangan model prediktif yang mampu mendeteksi risiko penyakit secara dini sebelum pasien menjalani pemeriksaan klinis yang kompleks dan memerlukan biaya tinggi. Potensi tersebut menjadi dasar penelitian yang dilakukan oleh penulis bersama tim, yaitu pengembangan model deteksi dini risiko CKD yang tidak bergantung pada indikator diagnostik utama seperti kadar serum creatinine dan nilai *estimated Glomerular Filtration Rate* (eGFR), melainkan menggunakan faktor risiko non-diagnostik yang lebih mudah diperoleh, terutama pada fasilitas kesehatan dengan keterbatasan sumber daya.

Penerapan *machine learning* dalam bidang kesehatan, khususnya untuk deteksi dini penyakit kronis, telah menunjukkan perkembangan pesat dalam satu dekade terakhir seiring dengan meningkatnya ketersediaan data kesehatan digital dan kemajuan daya komputasi. Berbagai studi terdahulu telah mengeksplorasi penggunaan algoritma seperti *Logistic Regression*, *Random Forest*, *Support Vector Machine*, hingga metode *ensemble boosting* untuk memprediksi risiko CKD berdasarkan data klinis, dengan tingkat akurasi yang bervariasi tergantung pada karakteristik dataset, teknik praproses data, dan strategi penanganan ketidakseimbangan kelas yang diterapkan. Penelitian ini berupaya melanjutkan dan memperkaya arah riset tersebut dengan menekankan pada aspek interpretabilitas model melalui pendekatan *explainable AI*, yang masih relatif jarang diintegrasikan

secara mendalam pada studi-studi deteksi CKD berbasis *machine learning* sebelumnya.

Penelitian-penelitian terdahulu di bidang ini umumnya menghadapi tiga tantangan utama yang juga menjadi perhatian khusus dalam penelitian ini, yaitu penanganan *missing values* yang seringkali diabaikan atau ditangani secara sederhana melalui penghapusan baris data (*listwise deletion*) yang berisiko mengurangi ukuran sampel secara signifikan, penanganan *class imbalance* yang apabila tidak ditangani dengan tepat dapat menghasilkan model yang bias terhadap kelas mayoritas, serta kurangnya interpretabilitas model yang membatasi kepercayaan tenaga medis terhadap rekomendasi yang dihasilkan oleh sistem berbasis kecerdasan buatan.

Hasil penelitian yang telah dikembangkan kemudian disusun dalam bentuk artikel ilmiah berbahasa Inggris dan diikutsertakan pada Lomba Penulisan Artikel Ilmiah JoMaSSH 2026 yang diselenggarakan oleh Fakultas Kedokteran Universitas Negeri Yogyakarta (UNY). Kompetisi ini menjadi sarana bagi penulis dan tim untuk mengimplementasikan hasil penelitian ke dalam format research article yang sesuai dengan standar publikasi ilmiah di bidang kesehatan. Artikel yang dikirimkan mengangkat pemanfaatan *machine learning* untuk mendukung deteksi dini CKD menggunakan faktor risiko non-diagnostik dan mengikuti seluruh tahapan kompetisi mulai dari proses pengumpulan naskah hingga blind review oleh reviewer independen.

Tinjauan terhadap literatur menunjukkan bahwa determinan CKD bersifat multifaktorial, mencakup faktor yang dapat dimodifikasi (*modifiable*) seperti obesitas, hipertensi, diabetes melitus, merokok, dan pola konsumsi makanan tinggi natrium, maupun faktor yang tidak dapat dimodifikasi (*non-modifiable*) seperti usia, jenis kelamin, dan predisposisi genetik. Kompleksitas interaksi antarfaktor risiko inilah yang menjadikan pendekatan *machine learning* relevan untuk diterapkan, karena algoritma seperti *Random Forest* dan *Gradient Boosting* mampu menangkap interaksi non-linear antar faktor risiko yang sulit dimodelkan melalui pendekatan regresi konvensional yang mengasumsikan hubungan aditif dan linear antar variabel.

Meskipun artikel yang dikirimkan belum berhasil memperoleh penghargaan pada kompetisi JoMaSSH 2026, pengalaman yang diperoleh selama proses penyusunan artikel dan evaluasi oleh reviewer memberikan banyak pembelajaran mengenai standar penulisan ilmiah, penyajian hasil penelitian, serta kualitas metodologi yang diharapkan dalam publikasi akademik. Berbagai masukan yang diperoleh kemudian digunakan sebagai bahan evaluasi untuk melakukan penyempurnaan terhadap penelitian yang telah dilakukan.

Refleksi terhadap hasil seleksi JoMaSSH 2026 mendorong tim untuk melakukan evaluasi menyeluruh terhadap kekuatan dan kelemahan naskah yang telah disusun. Tim mengidentifikasi bahwa meskipun kekokohan metodologis penelitian telah cukup baik, aspek penyampaian implikasi praktis dan rekomendasi kebijakan berbasis temuan penelitian masih dapat diperkuat. Evaluasi reflektif semacam ini menjadi bagian penting dari proses pembelajaran ilmiah, karena kegagalan pada satu tahap kompetisi tidak dipandang sebagai akhir dari suatu upaya penelitian, melainkan sebagai umpan balik berharga untuk penyempurnaan karya pada kesempatan berikutnya.

Selanjutnya, penelitian yang sama dikembangkan lebih lanjut dan disesuaikan ke dalam format karya tulis ilmiah untuk diikutsertakan dalam Kompetisi Karya Tulis Ilmiah Nasional (KKTIN) 2026 yang diselenggarakan oleh Akademika Riset Indonesia. Berbeda dengan JoMaSSH yang berorientasi pada artikel ilmiah dan publikasi jurnal, KKTIN lebih menekankan pada aspek inovasi, implementasi, dan kontribusi solusi terhadap permasalahan yang dihadapi masyarakat. Oleh karena itu, penelitian disempurnakan dengan memperkuat aspek implementasi serta manfaat praktis dari model yang dikembangkan.

Proses pengembangan karya ilmiah dari JoMaSSH 2026 menuju KKTIN 2026 turut melibatkan penyempurnaan pada aspek visualisasi data dan penyajian hasil penelitian. Tim menyadari bahwa kompetisi tingkat nasional dengan audiens yang lebih beragam menuntut penyampaian hasil penelitian yang tidak hanya akurat secara teknis, tetapi juga mudah dipahami oleh pembaca dengan latar belakang keilmuan yang berbeda-beda, termasuk dewan juri yang mungkin tidak memiliki latar belakang teknis mendalam di bidang *machine learning*. Oleh karena itu, tim

melakukan revisi terhadap seluruh visualisasi data, termasuk grafik perbandingan performa model, kurva ROC, dan visualisasi SHAP, agar lebih informatif dan komunikatif tanpa mengurangi ketepatan informasi yang disampaikan.

Keikutsertaan dalam JoMaSSH 2026 dan KKTIN 2026 merupakan bagian dari pelaksanaan PRO-STEP: Road to Champion Program yang bertujuan mendorong mahasiswa untuk mengembangkan kompetensi akademik melalui kegiatan penelitian dan kompetisi ilmiah. Melalui program ini, penulis tidak hanya memperoleh pengalaman dalam melakukan penelitian dan menyusun karya ilmiah, tetapi juga mendapatkan kesempatan untuk menguji kualitas penelitian melalui proses evaluasi oleh reviewer dan dewan juri, serta mengembangkan kemampuan berpikir kritis, komunikasi akademik, dan kerja sama tim dalam menyelesaikan permasalahan nyata di bidang kesehatan.

Selain memberikan manfaat bagi pengembangan diri penulis, keikutsertaan dalam PRO-STEP: Road to Champion Program juga memberikan kontribusi terhadap penguatan budaya riset di lingkungan Universitas Multimedia Nusantara. Melalui proses pembimbingan yang intensif bersama dosen pembimbing, penulis memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai kaidah penulisan karya ilmiah yang baik, mulai dari perumusan masalah, penyusunan tinjauan pustaka, pemilihan metodologi penelitian yang tepat, hingga teknik penyajian hasil penelitian yang komunikatif dan sesuai dengan standar akademik yang berlaku pada masing-masing ajang kompetisi. Selain itu, program ini mendorong penulis untuk menerapkan proses penelitian secara lebih sistematis, kritis, dan berbasis bukti, sehingga mampu menghasilkan karya ilmiah yang memiliki kualitas akademik yang lebih baik. Pengalaman tersebut tidak hanya meningkatkan kompetensi penelitian penulis, tetapi juga memperkuat semangat kolaborasi antara mahasiswa dan dosen dalam menghasilkan luaran penelitian yang berpotensi memberikan kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan serta meningkatkan reputasi akademik Universitas Multimedia Nusantara melalui partisipasi dalam kompetisi ilmiah di tingkat nasional maupun internasional.

1.2 Maksud dan Tujuan PRO-STEP : Road to Champion Program

Keikutsertaan dalam PRO-STEP: Road to Champion Program melalui Lomba Penulisan Artikel Ilmiah JoMaSSH 2026 dan Kompetisi Karya Tulis Ilmiah Nasional (KKTIN) 2026 dimaksudkan sebagai upaya untuk mengintegrasikan pengetahuan dan keterampilan yang diperoleh selama perkuliahan dengan pengalaman nyata dalam kegiatan penelitian dan kompetisi ilmiah. Penelitian yang telah dikembangkan oleh penulis bersama tim dipandang memiliki nilai ilmiah yang layak untuk diuji melalui proses evaluasi akademik pada berbagai kompetisi tingkat nasional. Secara lebih spesifik, tujuan yang hendak dicapai melalui keikutsertaan dalam program ini adalah sebagai berikut:

1. Menerapkan dan menguji kemampuan penelitian ilmiah, khususnya di bidang *data science* dan informatika kesehatan, dalam forum kompetisi yang diikuti oleh peserta dari berbagai perguruan tinggi di seluruh Indonesia.
2. Mendapatkan penilaian yang objektif dari para akademisi dan praktisi di luar lingkungan Universitas Multimedia Nusantara, guna mengetahui kekuatan dan keterbatasan penelitian yang telah dilakukan.
3. Memberikan kontribusi nyata di bidang kesehatan masyarakat melalui pendekatan ilmiah, dengan harapan hasil penelitian ini dapat menjadi rujukan bagi pengembangan sistem skrining CKD yang lebih efisien dan terjangkau di fasilitas kesehatan tingkat pertama.
4. Melatih kemampuan koordinasi tim, penulisan ilmiah, serta komunikasi akademik yang merupakan kompetensi penting yang tidak selalu dapat diasah sepenuhnya melalui kegiatan perkuliahan biasa.
5. Membawa representasi positif Universitas Multimedia Nusantara dalam kancah kompetisi ilmiah nasional dan memperluas jaringan akademik dengan mahasiswa maupun peneliti dari institusi lain.

1.3 Deskripsi Waktu dan Prosedur Dalam PRO-STEP : Road To Champion Program

Pelaksanaan PRO-STEP: Road to Champion Program dimulai pada tanggal 24 Februari 2026 dan dilaksanakan secara daring (*online*) selama semester genap dengan total durasi kegiatan sebanyak 640 jam sesuai ketentuan program. Kegiatan berfokus pada pengembangan penelitian mengenai deteksi dini *Chronic Kidney Disease* (CKD) menggunakan pendekatan *machine learning* yang kemudian diikuti sertakan dalam dua kompetisi ilmiah, yaitu Lomba Penulisan Artikel Ilmiah JoMaSSH 2026 dan Kompetisi Karya Tulis Ilmiah Nasional (KKTIN) 2026, serta dilanjutkan dengan penelitian individu sebagai tahap pendalaman lebih lanjut.

Secara keseluruhan, prosedur pelaksanaan program dapat dibagi ke dalam enam tahapan utama yang saling berkesinambungan. Tahap pertama adalah pembentukan tim, yang dilaksanakan pada bulan Februari 2026 bertepatan dengan dimulainya program, yaitu penyusunan struktur tim beserta pembagian peran dan tanggung jawab masing-masing anggota, untuk memastikan kelancaran koordinasi selama proses penelitian berlangsung. Tahap kedua adalah identifikasi topik dan studi literatur, di mana tim mengidentifikasi permasalahan terkait CKD serta melakukan penelusuran pustaka untuk memperkuat dasar teori dan urgensi penelitian yang akan dilakukan.

Setelah topik dan kerangka teori ditetapkan, tim memasuki tahap ketiga, yaitu pendaftaran dan penyusunan artikel untuk Lomba Penulisan Artikel Ilmiah JoMaSSH 2026. Pada tahap ini, penulis bersama tim melakukan pengumpulan dan pengolahan data, pengembangan model *machine learning* awal, serta penyusunan naskah artikel ilmiah berbahasa Inggris. Artikel berhasil diselesaikan dan dikumpulkan pada tanggal 30 Maret 2026 sesuai batas waktu yang ditetapkan panitia. Selanjutnya, artikel memasuki proses review oleh reviewer independen pada periode 30 Maret hingga 25 April 2026, dengan pengumuman hasil kompetisi pada tanggal 30 April 2026. Meskipun artikel belum berhasil memperoleh penghargaan, hasil evaluasi dan masukan dari reviewer menjadi dasar penting bagi tim untuk melakukan penyempurnaan pada tahap berikutnya.

Memasuki tahap keempat, yaitu pengembangan penelitian, tim melakukan perbaikan menyeluruh terhadap metodologi, proses analisis data, serta penyajian

hasil dan pembahasan berdasarkan evaluasi dari proses JoMaSSH sebelumnya. Perbaikan ini mencakup penyempurnaan teknik penanganan *missing value* dan *class imbalance*, optimalisasi model melalui *hyperparameter tuning*, hingga revisi visualisasi data agar lebih informatif dan komunikatif. Proses penyempurnaan ini menjadi jembatan penting antara hasil JoMaSSH dan penyusunan karya untuk kompetisi berikutnya.

Penelitian yang telah disempurnakan tersebut kemudian disesuaikan formatnya ke dalam karya tulis ilmiah untuk tahap kelima, yaitu pendaftaran pada Kompetisi Karya Tulis Ilmiah Nasional (KKTIN) 2026. Berbeda dengan JoMaSSH yang berorientasi pada artikel ilmiah dan publikasi jurnal, KKTIN lebih menekankan pada aspek inovasi, implementasi, dan kontribusi solusi praktis terhadap permasalahan kesehatan masyarakat, sehingga tim turut memperkuat bagian implementasi dan manfaat praktis dari model yang dikembangkan. Kompetisi ini dilaksanakan melalui tiga gelombang pendaftaran, yaitu Batch 1 pada tanggal 1–10 April 2026, Batch 2 pada tanggal 11–30 April 2026, dan Batch 3 pada tanggal 1–20 Mei 2026. Pada tanggal 3 Juni 2026, panitia mengumumkan bahwa tim penulis berhasil lolos sebagai finalis KKTIN 2026, dengan tahap final kompetisi berupa presentasi daring dijadwalkan pada tanggal 25 Juli 2026.

Sebagai tahap keenam, setelah dinyatakan lolos sebagai finalis, penulis menjalankan penelitian individu secara paralel dengan persiapan presentasi final KKTIN 2026. Penelitian individu ini dilakukan dengan memperluas cakupan data menggunakan dataset NHANES periode 2021–2023 serta melakukan perbandingan performa terhadap empat algoritma *machine learning* yang berbeda, sementara di sisi lain penulis turut mempersiapkan materi dan strategi presentasi untuk menghadapi sesi tanya jawab bersama dewan juri pada tahap final. Kedua aktivitas tersebut berjalan beriringan hingga mendekati jadwal presentasi final pada tanggal 25 Juli 2026, sehingga penulis dituntut untuk mampu mengatur waktu secara efektif antara pendalaman riset individu dan kesiapan menghadapi tahap akhir kompetisi.

Secara keseluruhan, keenam tahapan tersebut mencerminkan alur pengembangan penelitian yang bersifat progresif dan berkelanjutan, mulai dari pembentukan tim hingga pendalaman penelitian secara individu yang dijalankan berdampingan dengan persiapan presentasi akhir. Setiap tahap saling melengkapi

satu sama lain, di mana hasil evaluasi pada satu tahap menjadi bahan penyempurnaan bagi tahap berikutnya, sehingga kualitas penelitian terus meningkat sepanjang pelaksanaan PRO-STEP: Road to Champion Program. Melalui rangkaian kegiatan tersebut, penulis memperoleh pengalaman menyeluruh dalam melakukan penelitian, mengembangkan karya ilmiah, serta mengikuti proses evaluasi akademik melalui kompetisi ilmiah tingkat nasional.

