

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Penyakit Ginjal Kronis (PGK) merupakan salah satu permasalahan kesehatan global yang jumlahnya terus meningkat setiap tahunnya. PGK didefinisikan sebagai penurunan fungsi ginjal yang bersifat progresif dan tidak dapat pulih kembali, ditandai dengan nilai laju filtrasi *glomerulus* (*Glomerular Filtration Rate/GFR*) kurang dari 60 ml/menit selama lebih dari tiga bulan, atau adanya kerusakan struktural ginjal yang berlangsung secara menetap [1]. Pada tahap lanjut, kondisi ini berkembang menjadi gagal ginjal terminal yang memerlukan terapi pengganti ginjal, seperti hemodialisis, dialisis peritoneal, atau transplantasi ginjal, untuk pasien bertahan hidup [2]. Menurut *National Kidney Foundation*, rata-rata harapan hidup pasien gagal ginjal yang menjalani hemodialisis hanya sekitar 5–10 tahun, meskipun dengan perawatan yang optimal, beberapa pasien dapat bertahan lebih lama [3]. Kondisi ini menjadikan PGK sebagai salah satu penyakit kronis dengan dampak klinis, sosial, dan ekonomi yang signifikan, serta memerlukan perhatian serius dari seluruh pemangku kepentingan kesehatan.

Secara global, beban Penyakit Ginjal Kronis (PGK) semakin mengkhawatirkan. *World Health Organization* (WHO) mencatat sekitar 850.000 kematian akibat PGK terjadi setiap tahunnya, yang menempatkan kondisi ini pada peringkat ke-11 sebagai penyebab kematian terbanyak di dunia [4]. Laporan *Global Burden of Disease* (2019) bahkan menunjukkan angka yang lebih signifikan, yakni lebih dari 1,4 juta kematian akibat PGK di seluruh dunia. Temuan ini semakin menegaskan posisi PGK sebagai salah satu penyebab kematian utama di tingkat global [5]. Di Indonesia, angka kematian akibat PGK mencapai lebih dari 42.000 jiwa per tahun. Berdasarkan data Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) 2018, banyak pasien Penyakit Ginjal Kronis (PGK) pada penduduk berusia di atas 15 tahun mencapai 739.208 jiwa, meningkat dari 2 permil pada tahun 2013 menjadi 3,8 permil pada tahun 2018 [6]. Angka tertinggi ditemukan pada kelompok usia 65–74

tahun (8,23 permil), diikuti oleh kelompok  $\geq 75$  tahun (7,48 permil), 55–64 tahun (7,21 permil), dan 45–54 tahun (5,64 permil) [7]. Kasus PGK juga lebih banyak terjadi pada laki-laki yang tinggal di wilayah perkotaan. Laporan BPJS Kesehatan menunjukkan bahwa biaya perawatan PGK meningkat signifikan, dari sekitar Rp6,5 triliun pada tahun 2019 menjadi Rp11 triliun pada tahun 2024. Hal ini menempatkan PGK sebagai salah satu penyakit dengan biaya pengobatan tertinggi di Indonesia [8].

Selain itu, data nasional menunjukkan bahwa kasus PGK terus meningkat setiap tahunnya. BPJS Kesehatan mencatat sebanyak 1.501.016 kasus gagal ginjal secara nasional pada tahun 2023 [9]. Data Perhimpunan Nefrologi Indonesia (Pernefri) mencatat banyak pasien yang menjalani dialisis mencapai 60.526 pasien dengan jumlah kasus sebanyak 127.900 pasien pada 2023, dan pada 2024 jumlah pasien aktif yang menjalani hemodialisis meningkat menjadi 134.057 pasien. Bahkan, sekitar dua dari sepuluh orang di Indonesia diduga mengalami PGK [10]. Data JKN 2021 mencatat gagal ginjal sebagai diagnosis sekunder tertinggi kedua di fasilitas kesehatan nasional, dengan cuci darah menjadi prosedur medis paling sering dilakukan. Tidak hanya pada orang dewasa, Ikatan Dokter Anak Indonesia (IDAI) Jawa Timur juga melaporkan 8–10 anak menjalani cuci darah setiap hari, menandakan bahwa penyakit ini mulai menyerang kelompok usia muda [11]. Dinas Kesehatan Jawa Timur mencatat bahwa per Oktober 2022 terdapat 30 kasus gagal ginjal akut pada anak, dengan 16 pasien diantaranya meninggal dunia, 8 pasien sembuh, dan sisanya masih dalam perawatan [12].

Di tingkat daerah, beban kasus PGK semakin terasa, khususnya di RSUD Haji Surabaya yang merupakan rumah sakit rujukan tipe B di Surabaya. Berdasarkan data Dinas Kesehatan (Dinkes) Surabaya, hingga Juni 2024 tercatat sebanyak 308 pasien menderita gagal ginjal kronis dan menjalani perawatan di 22 rumah sakit di Surabaya, salah satunya di RSUD Haji Surabaya [13]. Ikatan Dokter Anak Indonesia (IDAI) Jawa Timur juga melaporkan bahwa kasus gagal ginjal pada anak terus menunjukkan tren peningkatan, di mana di Surabaya diperkirakan sekitar 20 anak harus menjalani cuci darah setiap harinya [11]. Kondisi ini diperburuk dengan jumlah pasien baru yang terus bertambah dari waktu ke waktu, jauh

melebihi jumlah pasien yang berhenti berobat karena meninggal dunia atau berpindah fasilitas kesehatan, sehingga beban layanan semakin meningkat. Tidak jarang pasien datang dalam kondisi kritis akibat keterlambatan deteksi dini dan minimnya pemahaman mengenai faktor risiko klinis yang meningkatkan kemungkinan kematian. Fakta-fakta ini menegaskan perlunya pengembangan sistem analisis prediksi kematian yang lebih akurat, cepat, dan personal untuk membantu tenaga medis dalam melakukan intervensi dini dan meningkatkan peluang keselamatan pasien.

Dalam penelitian terdahulu, metode konvensional seperti *Cox proportional hazards* (CPH) banyak digunakan untuk mengestimasi kelangsungan hidup pasien. CPH digunakan untuk mengidentifikasi faktor risiko dengan asumsi hubungan *linear* antara kovariat dan *log hazard*. Namun, metode ini memiliki keterbatasan dalam menangani hubungan *non linear* serta interaksi kompleks antar variabel klinis. Selain itu, asumsi *proportional hazards* pada model Cox sering kali tidak terpenuhi pada data klinis pasien hemodialisis yang bersifat heterogen dan dinamis, sehingga prediksi individual yang dihasilkan menjadi kurang optimal [14]. Penelitian-penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa mortalitas pasien hemodialisis dipengaruhi oleh berbagai faktor klinis, seperti usia, jenis kelamin, frekuensi hemodialisis, waktu sejak pengobatan dialisis (*time to event*), serta komorbid hipertensi, hipotensi, dan diabetes melitus. Hubungan faktor-faktor tersebut terhadap risiko kematian cenderung kompleks dan tidak selalu *linear*. Oleh karena itu, pemilihan variabel dalam penelitian ini didasarkan pada temuan empiris tersebut dengan mempertimbangkan ketersediaan dan relevansi data klinis di RSUD Haji Surabaya.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengkaji penerapan metode analisis *survival* berbasis *machine learning* untuk meningkatkan akurasi prediksi risiko mortalitas pasien. Salah satu studi yang dilakukan oleh [2], yang memanfaatkan data retrospektif dari 104 pasien hemodialisis di Benin periode 2016–2021 dengan metode *Kaplan meier* dan *Cox Regression*. Hasil penelitian menunjukkan median *survival* pasien hanya 3 bulan dengan mortalitas 78,9%, serta faktor signifikan berupa status pekerjaan, jenis cedera ginjal, sirosis hati, jenis akses vaskuler, dan

durasi hemodialisis. Kelebihannya, penelitian ini berhasil memetakan faktor risiko klinis dan sosio demografis yang berpengaruh terhadap *survival* pasien. Namun, kelemahannya adalah analisis yang digunakan masih bersifat *linear* dan belum mengevaluasi prediksi dengan ukuran akurasi seperti *C-index* atau AUC, sehingga membuka peluang untuk penggunaan metode *Deepsurv* yang mampu menangkap hubungan *non linear* dan menghasilkan prediksi yang lebih akurat disesuaikan dengan karakteristik spesifik tiap pasien.

Penelitian lain yang dilakukan oleh [15], menggunakan data pasien kanker paru dari *database SEER (Surveillance, Epidemiology, and End Results)*, mencakup 62.355 pasien dengan variabel klinis seperti usia, jenis kelamin, histopatologi, stadium pasien, dan metode terapi. Metode yang digunakan adalah *Modified Deepsurv*, yaitu pengembangan dari *Deepsurv* yang mengintegrasikan *deep learning* dengan CPH untuk meningkatkan stabilitas dan generalisasi model. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Modified Deepsurv* menghasilkan *C-index* 0,718 pada dataset validasi eksternal, lebih tinggi dibandingkan CPH tradisional dan *Deepsurv* standar. Kelebihan penelitian ini adalah kemampuannya menangkap hubungan *non linear*, memberikan prediksi kematian yang lebih akurat, dan mendukung pendekatan *personalized medicine*. Namun demikian, penelitian ini memerlukan sumber daya komputasi yang besar, memori tinggi, penggunaan GPU, serta waktu pelatihan yang lama.

Penelitian oleh [16], yang mengembangkan model prediksi kematian pasien kanker lambung *pasca* operasi dengan membandingkan *Cox regression*, *Random Survival Forest (RSF)*, dan *Deepsurv* menggunakan data 11.075 pasien dari SEER dan 122 pasien dari rumah sakit di Tiongkok sebagai validasi eksternal. Hasil menunjukkan *Deepsurv* memiliki performa terbaik dengan *C-index* 0,787, AUC 0,781, 0,798, dan 0,868 untuk prediksi 1, 3, dan 5 tahun serta *Brier score* <0,25 yang menunjukkan hasil yang baik. Stratifikasi risiko berbasis *Deepsurv* mengungguli *AJCC staging* (dibuktikan dengan nilai NRI dan IDI yang lebih tinggi) dan dinilai klinis bermanfaat melalui analisis DCA. Kelebihan penelitian ini adalah penggunaan dataset besar, validasi eksternal, evaluasi komprehensif, dan pengembangan *web based prediction tool* untuk memudahkan tenaga medis.

Namun, penelitian masih bersifat retrospektif sehingga berpotensi bias seleksi dan hanya memvalidasi di satu pusat, sehingga perlu pengujian lebih luas dan penambahan variabel genetik atau detail terapi untuk meningkatkan generalisasi.

Hingga saat ini, analisis ketahanan hidup pasien gagal ginjal kronik di Indonesia masih didominasi oleh metode konvensional seperti *Kaplan meier* dan *Cox proportional hazards*. Kedua metode tersebut memiliki keterbatasan dalam menangani hubungan *non linear* antar variabel dan belum mampu memanfaatkan kompleksitas data klinis secara optimal. Selain itu, pendekatan tersebut bersifat statis dan belum mendukung analisis yang bersifat personal, sehingga kurang efektif untuk menghasilkan prediksi kematian yang spesifik bagi setiap pasien. Permasalahan utama dalam penelitian ini adalah keterbatasan metode konvensional yang belum mampu merepresentasikan interaksi *non linear* antar variabel klinis serta ketiadaan model prediksi yang individual dan adaptif. Di samping itu, belum adanya sistem prediksi berbasis data yang dilengkapi dengan visualisasi interaktif menjadi kendala bagi tenaga medis dalam memahami hasil analisis secara cepat dan akurat. Model *Deepsurv* diterapkan dalam penelitian ini karena mampu mengatasi keterbatasan tersebut.

*Deepsurv* merupakan pengembangan dari model *Cox proportional hazards* yang menggunakan *deep neural network* untuk mempelajari hubungan *non linear* yang kompleks antara variabel klinis dan risiko mortalitas pasien [17]. Dengan mengoptimalkan fungsi *negative log partial likelihood*, model ini menghasilkan prediksi *log risk* secara individual sehingga lebih personal dan sesuai dengan profil risiko tiap pasien. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa *Deepsurv* mampu memberikan nilai *Concordance Index (C-index)* dan AUC yang lebih tinggi dibandingkan metode konvensional, menandakan peningkatan akurasi prediksi kematian.

Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan model *Deepsurv* dalam memprediksi kematian pasien gagal ginjal kronik yang menjalani hemodialisis di RSUD Haji Surabaya dengan mempertimbangkan variabel-variabel klinis utama, meliputi usia, jenis kelamin, faktor komorbid (hipertensi, hipotensi, dan diabetes), frekuensi hemodialisis, serta *time to event* yang merepresentasikan

durasi waktu hingga terjadinya kejadian kematian atau sensor. Model yang dikembangkan diharapkan mampu memberikan wawasan lebih akurat terkait faktor-faktor yang memengaruhi risiko kematian pasien, sekaligus membantu tenaga medis dalam pengambilan keputusan klinis yang lebih tepat. Selain itu, hasil model diintegrasikan ke dalam *Graphical User Interface* (GUI) agar dapat diakses secara *real time* dan mudah dipahami. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya berkontribusi dalam pengembangan analisis *survival* berbasis *deep learning*, tetapi juga memberikan manfaat praktis dalam peningkatan kualitas pelayanan kesehatan di rumah sakit.

## 1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang menjadi fokus utama pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana faktor-faktor yang mempengaruhi kelangsungan hidup pasien hemodialisis di RSUD Haji Surabaya dengan Analisis *Survival Cox proportional hazard Spline*?
2. Bagaimana penerapan model *Deepsurv* dalam menganalisis kelangsungan hidup (*survival*) dan risiko mortalitas pasien gagal ginjal kronik di RSUD Haji Surabaya?
3. Bagaimana evaluasi hasil analisis *survival* menggunakan model *Deepsurv*?
4. Bagaimana menyajikan hasil analisis *survival* menggunakan antarmuka *Graphical User Interface* (GUI) agar dapat mendukung pengambilan keputusan medis secara *real time* oleh tenaga kesehatan?

## 1.3. Batasan Masalah

Batasan yang ditetapkan pada masalah yang diamati pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data yang digunakan berasal dari rekam medis pasien gagal ginjal di RSUD Haji Surabaya dalam kurun waktu 1 Januari 2022 – 1 Desember 2025.
2. Penentuan status akhir pasien (*event* atau *censored*) divalidasi pada periode observasi 6 November 2025 – 1 Desember 2025.

3. Model yang digunakan terbatas pada *Deepsurv* sebagai pendekatan utama *survival analysis*.
4. Faktor yang dianalisis hanya mencakup variabel klinis yang tersedia dalam rekam medis RSUD Haji Surabaya.
5. Penelitian tidak mencakup analisis terhadap faktor komplikasi medis yang kompleks, kondisi sosial ekonomi pasien, letak geografis/tempat tinggal, faktor penyakit bawaan lahir (*congenital*), maupun faktor gaya hidup karena keterbatasan ketersediaan data.
6. Penelitian hanya berfokus pada prediksi risiko mortalitas, probabilitas *survival* dalam waktu tertentu dan faktor klinis yang mempengaruhi mortalitas pasien.
7. Penelitian dibatasi pada pasien yang menjalani prosedur hemodialisis (cuci darah), sehingga tidak mencakup pasien yang menjalani transplantasi ginjal atau metode pengobatan lainnya.

#### **1.4. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menjawab rumusan masalah serta memberikan arahan yang lebih jelas bagi penelitian ini. Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi kelangsungan hidup pasien hemodialisis di RSUD Haji Surabaya dengan Analisis *Survival Cox proportional hazard Spline*.
2. Menerapkan model *Deepsurv* dalam menganalisis kelangsungan hidup (*survival*) dan risiko mortalitas pasien gagal ginjal kronik di RSUD Haji Surabaya.
3. Melakukan evaluasi hasil analisis *survival* menggunakan model *Deepsurv* menggunakan metrik evaluasi *survival* seperti *Concordance Index (C-index)* untuk menilai akurasi model dalam memprediksi risiko mortalitas pasien.
4. Menyajikan hasil analisis *survival* menggunakan *Graphical User Interface (GUI)* agar dapat mendukung pengambilan keputusan medis secara *real time* oleh tenaga kesehatan.

### 1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat yang signifikan, baik dari segi akademis, praktis, maupun bagi pengembangan pengetahuan di bidang terkait sebagai berikut:

#### 1. Manfaat Teoritis

- a. Memberikan pemahaman akademis mengenai faktor klinis yang memengaruhi ketahanan hidup pasien hemodialisis.
- b. Mengembangkan literatur mengenai penerapan model *deepsurv* sebagai metode *survival analysis* berbasis *deep learning*.

#### 2. Manfaat Praktis

##### a. Bagi pasien hemodialisis

Membantu memprediksi risiko mortalitas secara lebih dini dan personal, sehingga pasien mendapatkan perawatan yang lebih cepat, tepat, dan sesuai dengan tingkat resikonya.

##### b. Bagi RSUD Haji Surabaya

Sebagai alat bantu klinis untuk mendukung pengambilan keputusan, meningkatkan efisiensi perawatan, dan mempermudah pemantauan pasien berisiko tinggi.

##### c. Bagi dunia medis di Indonesia

Memberikan kontribusi terhadap pengembangan sistem prediksi kematian berbasis *artificial intelligence* dalam pelayanan kesehatan untuk menekan angka kematian akibat gagal ginjal di Indonesia.

##### d. Bagi penulis

Memberikan kesempatan untuk mengasah kemampuan analisis data, penerapan metode *deep learning* di bidang kesehatan, serta memperkaya pengalaman akademis dalam riset antardisiplin ilmu data dan kedokteran.