

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Ide ANNs muncul pada pertengahan abad ke-20 secara tidak langsung melalui teori proses kerja neuron pada otak manusia [13]. Hal ini menarik ide untuk membuat sejenis sistem yang mampu meniru teori cara kerja neuron tersebut yang nantinya akan dikenal sebagai ANNs.

Sekitar tahun 1970, penelitian ANN mengalami penyurutan karena tidak tersedia komputasi yang memadai dan teknik yang mampu mengkompensasi. Ref. [4], pada tahun 1969, menunjukkan bahwa ANNs tidak mampu menjalankan fungsi sebagai gerbang XOR. Namun pada tahun 2005, ditemukan bahwa untuk meniru fungsi gerbang XOR, ANNs membutuhkan ~220 neuron [14]. Hal ini membuktikan bahwa keterbatasan jumlah neuron yang dapat dikomputasi sebab terbatasnya teknologi menghambat perkembangan ANNs di saat itu.

Pada tahun 1970-an dan 1980-an, ditemukan teknik sederhana *stochastic gradient descent* (SGD) [15, 16] yang menghidupkan kembali penelitian ANNs sementara, namun kemudian segera mengalami penyurutan minat kembali karena masalah ANNs sebelumnya belum dapat terselesaikan [5].

Sekitar tahun 2010, penelitian ANN kembali ramai karena munculnya teknik baru, seperti *automatic differentiation* [3], dan *dropout* [17], dan meningkatnya kemampuan komputasi [5]. Pada tahun 2006, sekelompok peneliti [18, 19] menemukan bahwa hasil prediksi (*supervised learning*) ANNs dapat ditingkatkan dengan menggunakan layar tambahan dengan prosedur *unsupervised learning* sebagai *feature extractor*. Kemunculan GPU memungkinkan penelitian ANNs dilakukan oleh kalangan yang lebih luas [20].

Pada tahun 2012, *Convolutional Neural Networks* (CNNs) menjadi teknik yang umum digunakan dalam mendeteksi objek pada gambar, dengan penggunaan GPU, fungsi aktivasi ReLu, dan teknik *dropout* [5], setelah keberhasilan mengalahkan teknik terbaik (kedua) disaat itu dengan error setengah dari teknik tersebut [21]. Dalam pengembangan lebih lanjut, CNNs mampu mengalahkan akurasi manusia dalam identifikasi objek [22]. Pada tahun 2015, AlphaGo dengan

deep learning mampu mengalahkan juara dunia pada gim papan “Go”, dimana gim ini lebih rumit daripada catur dengan 361 banding 20 kemungkinan untuk langkah pembuka [23]. Saat ini, AI dengan ANNs dipandang mampu mempengaruhi ekonomi [24], pemasaran [25], hingga keputusan dan kepemimpinan [26].

Ide penggunaan ANNs pada simulasi dan pemodelan mulai muncul pada tahun 1990-an [27] namun mengalami keterbatasan yang telah disebutkan sebelumnya. Seiring perkembangan ANNs, ide ini kembali muncul sekitar tahun 2020 sebagai *Physic-Informed Neural Networks* (PINNs) dan saat ini, penelitian terus bertambah banyak.

Hal ini didorong oleh pertimbangan atas perhitungan terhadap ketidakpastian pada simulasi komputer selama dua dasawarsa terakhir yang menyebabkan banyaknya parameter dengan formula, sehingga formula pada permasalahan semakin rumit [9]. Sejauh ini, PINNs telah diimplementasikan dalam beragam kasus seperti kasus-kasus fluida yang dirangkum dalam ref. [28] dan beragam persamaan seperti: gelombang [29, 30], perpindahan panas [31], dan Navier-Stokes [32, 33]. Lebih lagi PINNs telah diimplementasi dalam berbagai model, yakni: penyebaran pandemi [34], prediksi kondisi lalu lintas [35], pendingin aktif [36], dan pelumas [12, 37].

Dari diskusi sebelumnya, penelitian dilakukan dengan tujuan mengeksplorasi lebih lanjut PINNs, yang diperkenalkan pada ref. [12], dengan menyelesaikan kasus dua dimensi dan menunjukkan kelebihan dan kekurangan ANNs dengan membandingkan waktu eksekusi dan akurasi dengan FDM.