

Studi Kepustakaan: Pengenalan 4 Algoritma Pada Pembelajaran Deep Learning Beserta Implikasinya

Jamiah Nurhakiki

Universitas Islam Negeri Sumatera Utara

Email: mjamiahnurhakiki@gmail.com

Yahfizham Yahfizham

Universitas Islam Negeri Sumatera Utara

Email: yahfizham@uinsu.ac.id

Jl. William Iskandar Ps. V, Medan Estate, Kec. Percut Sei Tuan, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara 20371

***Abstract.** In the past few years, deep learning has been very popular among IT users. Deep learning is one of the machine learning parts of artificial intelligence (AI). Deep learning has several algorithms in it. So in this paper, we will explain basically about four algorithms owned by deep learning, namely: CNN, RNN, LSTM and SOM along with an explanation of the application of the algorithm. With the explanation, it is hoped that some IT users can understand deep learning algorithms and their implications for work or applications.*

***Keywords:** Deep Learning, CNN, RNN, LSTM, SOM*

Abstrak. Beberapa tahun belakangan ini, deep learning sangat digandrungi bagi pengguna IT. Deep learning adalah salah satu dari bagian Machine Learning yang terdapat pada sistem kecerdasan buatan (Artificial Intelligence, AI). Deep learning memiliki beberapa algoritma didalamnya. Sehingga pada paper ini akan dijelaskan secara mendasar mengenai empat algoritma yang dimiliki oleh deep learning, yaitu: CNN, RNN, LSTM dan SOM beserta penjelasan mengenai pengaplikasian dari algoritmanya. Dengan pemaparan yang ada diharapkan dapat memahami beberapa pengguna IT mengenai algoritma deep learning dan implikasinya pada pekerjaan ataupun aplikasi.

Kata kunci: Deep Learning, CNN, RNN, LSTM, SOM

PENDAHULUAN

Pada era modern yang terus menerus berkembang saat ini, sangat memungkinkan penggunaan algoritma semakin dibutuhkan untuk menyeimbangi dengan kebutuhan yang diinginkan. Seperti perancangan algoritma untuk pembuatan AI yang sangat dibutuhkan untuk membantu pekerjaan perindustrian, perkantoran, pertanian hingga dunia pendidikan.

Kemajuan teknologi dan pengetahuan telah memberikan pengaruh yang sangat besar terhadap kehidupan manusia. Kemajuan yang dicapai memberikan pengaruh positif yang dirasakan secara universal, seperti peningkatan aksesibilitas informasi dan peningkatan sarana komunikasi. Kemajuan teknologi dan informasi telah banyak mengubah berbagai aspek kehidupan, khususnya di bidang pendidikan. Fenomena ini menyebabkan intensitas persaingan semakin meningkat sehingga menuntut siswa untuk memiliki kemampuan mengikuti kemajuan teknologi agar dapat mempertahankan daya saingnya di era globalisasi

Dikarenakan penggunaan algoritma yang kian meluas maka perkembangannya telah sampai kepada ranah telepon genggam. Karena pada saat sebelum ini banyaknya penggunaan algoritma yang hanya bisa diterapkan pada komputer saja kini sudah bisa diterapkan pada telepon genggam. Ilustrasi nyatanya adalah pemanfaatan kecerdasan buatan (AI) pada ponsel untuk memfasilitasi pengguna dalam mengoperasikan perangkatnya hanya melalui perintah suara, sehingga menghilangkan keharusan memegang dan menggulir layar secara fisik.

Algoritme terkait erat dengan pemrograman komputer karena mewakili serangkaian instruksi yang diberikan kepada komputer untuk memecahkan masalah dan memberikan solusi. Algoritme dapat didefinisikan sebagai serangkaian instruksi berurutan yang harus diikuti agar berhasil melakukan pekerjaan atau tugas. Algoritma adalah sistem komputasi yang mencakup komponen brainware, perangkat keras, dan perangkat lunak. Komputer akan menjadi tidak efektif tanpa salah satu dari ketiga sistem ini. Algoritma adalah pendekatan metodis dan sistematis yang digunakan untuk memecahkan masalah atau mencapai tujuan tertentu.

Kecerdasan buatan, juga dikenal sebagai AI, adalah bidang ilmiah yang berfokus pada memungkinkan mesin melakukan tugas-tugas yang biasanya memerlukan kecerdasan manusia. Kecerdasan Buatan (AI) adalah disiplin luas yang mencakup pembelajaran mesin, pembelajaran mendalam, dan banyak pendekatan non-pembelajaran.

Saat ini, deep learning mendapatkan perhatian yang signifikan dan semakin populer, khususnya dalam bidang ilmu komputer. Berbagai teknik pembelajaran mendalam menggunakan arsitektur jaringan saraf yang berbeda untuk mencapai tujuan tertentu. Algoritme ini telah banyak digunakan oleh industri untuk mengatasi kesulitan yang rumit. Setiap algoritma beroperasi secara berbeda dari yang lain.

Deep Learning merupakan salah satu subdivisi Machine Learning yang mengandalkan jaringan saraf tiruan (ANN) atau dapat dianggap sebagai kemajuan dari ANN. Topik ini baru-baru ini mendapat perhatian yang signifikan di kalangan ilmuwan IT. Pembelajaran Mendalam berbeda dari Jaringan Syaraf Tiruan (JST) tradisional dengan menggabungkan beberapa lapisan tersembunyi. Lapisan ini dirancang untuk meningkatkan keakuratan keluaran. Deep Learning (DL) adalah metodologi yang umum digunakan dalam beberapa tahun terakhir untuk mengimplementasikan Machine Learning (ML). Hal ini didasarkan pada jaringan saraf tiruan. Deep Learning (DL) adalah teknik jaringan saraf yang menggunakan metode seperti Restricted Boltzmann Machine (RBM) untuk meningkatkan proses pembelajaran di jaringan saraf dengan beberapa lapisan, biasanya melebihi 7 lapisan.

Dari penjelasan diatas, penulis menulis paper ini untuk menjelaskan empat algoritma yang bekerja pada deep learning secara ringkas dan mengenalkan empat algoritma tersebut.

METODE PENELITIAN

Deep Learning mendalam cabang kecerdasan buatan (AI) yang menginstruksikan komputer untuk menganalisis data menggunakan metode yang meniru pengorganisasian otak manusia. Model pembelajaran mendalam memiliki kemampuan untuk mengidentifikasi pola rumit dalam berbagai bentuk data, seperti foto, teks, suara, dan lainnya, untuk menghasilkan wawasan dan prediksi yang tepat. Deep learning memiliki beberapa algoritma yaitu: RNN, CNN, LSTM, dan lainnya yang sering digunakan pada sector pertanian, kesehatan dan lainnya.

Tulisan ini akan menganalisis pembelajaran mendalam, termasuk metode yang digunakan dan konsekuensi penggunaan pendekatan studi literatur. Pemanfaatan penelitian kepustakaan dalam penelitian ini melibatkan serangkaian tindakan seperti pengumpulan data, membaca dan membuat catatan, serta mengorganisasikan data penelitian secara obyektif, sistematis, analitis, dan kritis. Penelitian ini berfokus pada pengenalan empat algoritma dalam pembelajaran mendalam dan mengkaji implikasinya.

Sebagaimana disampaikan J. Supranto sebagaimana dikutip Ruslan dalam bukunya Metode Penelitian Hubungan Masyarakat dan Komunikasi, penelitian kepustakaan adalah proses mencari data atau informasi penelitian dengan membaca jurnal ilmiah, buku referensi, dan barang-barang lain yang dapat diakses di perpustakaan. Analisis sastra digunakan untuk mengkaji sumber-sumber tertulis yang dapat memberikan informasi relevan mengenai subjek penelitian yang ada.

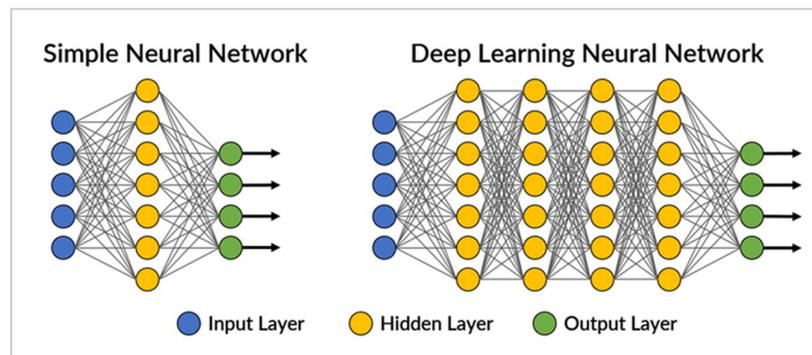
HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Definisi Deep Learning

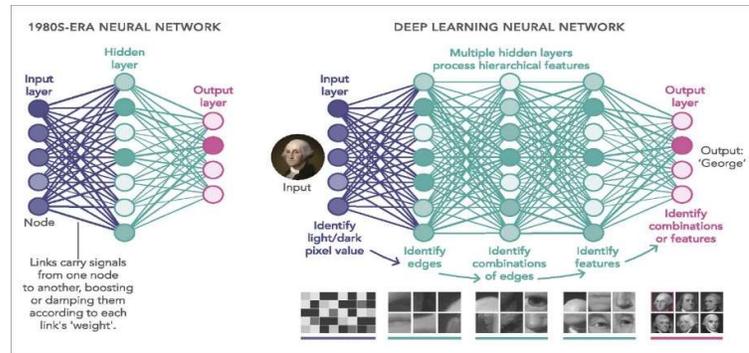
Deep Learning merupakan salah satu unsur kecerdasan buatan yang awalnya dimotivasi oleh arsitektur otak manusia. Teknologi ini memungkinkan komputer untuk 'belajar' dengan merepresentasikan data yang dirasakannya secara akurat. Sistem akan secara akurat mengidentifikasi dan mengenali semua bentuk data, termasuk foto, video, dan teks, sebagai entitas yang berbeda.

Perkembangannya dimulai pada tahun 1950-an, namun dibutuhkan kemajuan selama 40 tahun sebelum teknologi ini berhasil diterapkan. Meski demikian, teknologi yang digunakan saat ini tidak jauh berbeda dengan yang digunakan pada tahun 1990an. Fokus utama pengembangan ini adalah untuk menyederhanakan model algoritme, meningkatkan fleksibilitasnya, dan meningkatkan kemampuan pengenalan datanya.

Algoritma deep learning berfungsi untuk mejalankan data dengan beberapa layer jaringan neurel. Jaringan saraf akan mengirimkan data yang sebelumnya disederhanakan ke lapisan berikutnya. Meskipun algoritme pembelajaran mesin umumnya bekerja secara efektif pada data terstruktur dengan banyak baris dan kolom, algoritme tersebut sering kali menghadapi tantangan atau menjadi tidak praktis saat menangani data tidak terstruktur, seperti data gambar yang memerlukan pra-pemrosesan ekstensif. Akibatnya, algoritma pembelajaran mendalam telah dikembangkan yang dapat menganalisis dan memanipulasi foto secara ekstensif dengan memanfaatkan serangkaian lapisan yang dibangun secara khusus dalam algoritma tersebut. Lapisan pertama akan memperoleh kemampuan untuk mengidentifikasi karakteristik halus dalam gambar, sedangkan lapisan berikutnya akan mengintegrasikan elemen yang diekstraksi dari lapisan sebelumnya untuk membentuk representasi atau konfigurasi yang lebih halus.



Gambar.1 Struktur simple deep learning



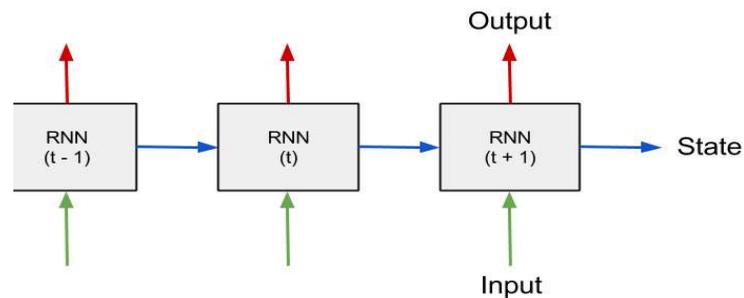
Gambar. 2 Contoh struktur deep learning

b. Algoritma Deep Learning dan Implikasinya

Adapun 4 algoritma yang akan dibahas pada peper ini, adalah sebagai berikut:

1. *Recurrent Neural Networks (RNNs)*

Recurrent Neural Networks (RNN) berisi koneksi yang menciptakan siklus terarah, sehingga output algoritma LSTM dapat digunakan sebagai input untuk algoritma RNN. *Recurrent Neural Networks* (RNN) sering digunakan dalam pembuatan teks gambar, analisis deret waktu, pemrosesan bahasa alami, identifikasi tulisan tangan, dan terjemahan mesin.



Gamabar. 3 Struktur Recurrent Neural Networks (RNNs)

Pada dasarnya, algoritma RNN beroperasi dalam empat tahap berurutan, dimana keluaran pada waktu $t-1$ dimasukkan ke waktu t berikutnya. Selanjutnya hasil yang diperoleh pada waktu t akan dijadikan input pada waktu $t+1$. Selain itu, algoritme RNN memiliki kemampuan untuk menangani rangkaian masukan dengan panjang yang bervariasi, dan menyertakan informasi sebelumnya dalam komputasinya, sehingga menghindari peningkatan ukuran model seiring

bertambahnya panjang masukan. RNN, kependekan dari Recurrent Neural Network, adalah metode yang digunakan untuk pemrosesan data berkelanjutan atau berurutan. Bentuknya bersifat linier karena mempunyai kemampuan melihat objek atau data secara berurutan, dari awal hingga akhir. Metode ini mengatasi masalah yang berkaitan dengan data historis.

Terdapat dua kategori berbeda dari jaringan saraf berulang, yaitu Elman dan Hopfield. Jaringan Elman adalah jenis jaringan berulang sederhana yang menggabungkan koneksi umpan balik secara eksklusif di dalam lapisan tersembunyinya. Sebaliknya, jaringan Hopfield menampilkan koneksi umpan balik di antara semua neuron penyusunnya. Jaringan Elman terdiri dari satu lapisan tersembunyi.

Algoritma RELMNN menunjukkan arsitektur yang agak berbeda dibandingkan dengan arsitektur jaringan ELM. Perbedaannya terletak pada mekanisme berulang yang dikodekan dalam neuron konteks, yaitu neuron khusus yang bertanggung jawab untuk menyimpan nilai keluaran yang tertunda. Neuron-neuron ini berfungsi mirip dengan neuron masukan tambahan. Arsitektur RELMNN, yang digambarkan pada gambar, memanfaatkan arsitektur jaringan untuk data individual, sedangkan algoritma RELMNN memproses data lengkap dalam satu iterasi.

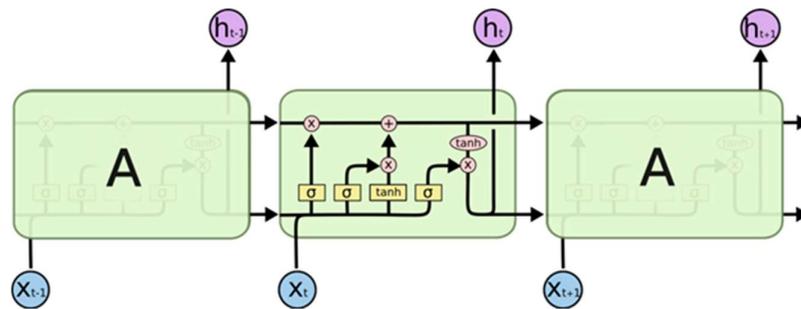
Recurrent Neural Network (RNN) sangat cocok untuk digunakan dalam memproses data berurutan dan menangkap ketergantungan temporal. Seperti untuk tugas-tugas yang melibatkan data berurutan, seperti penerjemahan bahasa, pemrosesan bahasa alami, dan analisis deret waktu. Namun, untuk masalah gradien yang menghilang dan keterbatasan dalam memilih arsitektur masih menjadi tantangan bagi RNN sendiri.

2. *Long Short Term Memory Networks (LSTMs)*

Untuk mengatasi keterbatasan RNN dalam memprediksi data secara akurat yang mengandalkan informasi tersimpan jangka panjang, Long Short Term Memory (LSTM) telah muncul sebagai varian Recurrent Neural Network (RNN) yang banyak digunakan. LSTM memiliki kapasitas untuk menyimpan sekumpulan informasi yang telah disimpan dalam jangka waktu lama sambil

membuang data yang tidak relevan. Karakteristik ini meningkatkan efisiensinya dalam memproses, memperkirakan, dan mengklasifikasikan data deret waktu.

Struktur LSTM terdiri dari empat lapisan yang saling berinteraksi; setiap lapisan melakukan pemrosesan yang berbeda daripada modul RNN biasa. Mekanisme gerbang ini juga dikenal sebagai gates, yang mengatur pemulihan dan kemajuan informasi dari satu langkah waktu ke langkah waktu lainnya. Proses ini memungkinkan LSTM untuk mengingat informasi sebelumnya dan memprediksi data yang mungkin terjadi di masa depan. seperti pada kegiatan mengenali teks gambar, analisis deret waktu, dan pengenalan tulisan tangan adalah beberapa aplikasi LSTM.



Gambar. 4 Struktur Long Short Term Memory Networks (LSTMs)

Dengan melihat gambar diatas Long Short Term Memory (LSTMs) memiliki 3 struktur atau tahapan kerja, yaitu:

1. Forget gate

Forget gate merupakan gerbang awal pada model Long Short-Term Memory (LSTM). Tujuan sistem ini adalah untuk secara selektif membuang informasi yang tidak penting. LSTM memiliki kemampuan untuk menyediakan kumpulan data yang komprehensif dan tetap up-to-date sesuai kebutuhan.

2. Input Gate

Setelah itu, kita mendapatkan gerbang kedua yang dikenal sebagai input gate. Fungsi dari gerbang input adalah untuk memasukkan informasi yang telah dipilih sebelumnya melalui gerbang forgate gate. Jaringan Neural

Berulang (RNN) tidak memiliki mekanisme gerbang, sehingga membatasinya pada satu masukan dan keluaran data. Gerbang masukan berisi lapisan tambahan yang dikenal sebagai gerbang modulasi masukan. Tujuannya adalah untuk memodulasi informasi yang ada guna memperlambat konvergensi data rata-rata nol. Kata ini mendapat pengakuan dalam berbagai evaluasi LSTM.

3. Output Gate

Output Gate berfungsi sebagai gerbang akhir untuk menghasilkan informasi data yang komprehensif dan faktual. Ini dapat berfungsi sebagai pos pemeriksaan terakhir atau hanya sebagai komponen fase pertama, yang mendahului pemrosesan informasi melalui gerbang masukan di sel berikutnya.

Perbedaan penting antara LSTM dan RNN terletak pada kenyataan bahwa LSTM mengatasi keterbatasan pendahulunya, jaringan saraf berulang, yang tidak dapat membuat prediksi berdasarkan informasi yang disimpan dalam jangka panjang. Sederhananya, masalah durasi penyimpanan menimbulkan kerugian bagi LSTM. LSTM memiliki kapasitas untuk menyimpan dan membuang materi usang yang kurang relevan, sehingga meningkatkan kelengkapan dan kekinian pengelolaan informasi. Perbedaan penting antara LSTM dan RNN terletak pada keberadaan lapisan rantai. RNN memungkinkan satu neuron menangani satu masukan dan menghasilkan keluaran yang sesuai, sedangkan LSTM tidak memiliki kemampuan ini. Gerbang LSTM yang berbeda memfasilitasi penambahan dan penggabungan kumpulan data.

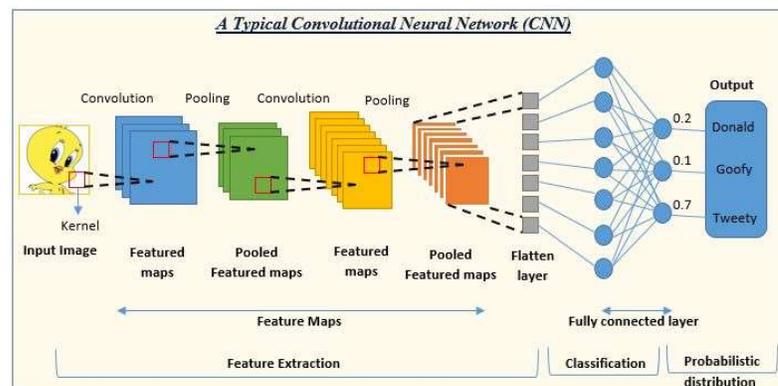
Penerapan dari algoritma LSTM hampir sama dengan RNN karena LSTM sendiri adalah bagian algoritma dari RNN, yang bertugas untuk memproses data yang berurutan. Tetapi algoritma LSTM memiliki kelebihan dari RNN dimana untuk masalah penyimpanan data yang lama LSTM masih dapat membaca dan menyimpannya sehingga LSTM lebih digunakan untuk menyimpan data data untuk kurun waktu yang lama. Keunggulan utama LSTM adalah ketahanannya terhadap panjangnya gap dalam data berurutan,

sehingga sangat cocok untuk aplikasi seperti prediksi deret waktu, pengenalan ucapan, dan pembelajaran ritme dan musik

3. *Convolutional Neural Networks (CNN)*

Convolutional Neural Networks (CNN) adalah jenis jaringan saraf tiruan yang mengikuti arsitektur feed-forward. Jaringan ini dirancang untuk mempelajari representasi fitur internal hierarkis dan menggeneralisasi fitur-fitur ini untuk berbagai tugas terkait gambar, seperti pengenalan objek dan masalah visi komputer lainnya. Hal ini tidak terbatas pada gambar; ini juga mencapai hasil mutakhir dalam tantangan pemrosesan bahasa alami dan pengenalan suara.

Fungsi utama jaringan saraf konvolusional (CNN) adalah memiliki arsitektur yang dapat mengidentifikasi detail prediktif mengenai suatu objek (seperti gambar, teks, klip suara, dll.), terlepas dari posisi objek dalam masukan. Model CNN sangat penting dalam membangun pengklasifikasi gambar yang mampu memprediksi dan mengkategorikan gambar secara akurat. Arsitektur CNN terdiri dari beberapa lapisan, seperti yang digambarkan pada gambar di bawah.



Gambar 4. Layer - layer pada CNN

Convolutional Neural Network (CNN) adalah lapisan yang terdiri dari neuron-neuron yang tersusun dalam struktur tiga dimensi, dengan dimensi lebar, tinggi, dan kedalaman. Dimensi suatu lapisan diwakili oleh lebar dan tinggi, sedangkan kedalaman menunjukkan jumlah total lapisan. Biasanya, tipe lapisan dalam jaringan Konvolusional dikategorikan menjadi dua kelompok berbeda:

a) Layer ekstraksi fitur gambar,

Arsitektur dimulai dengan lokasi di awal, terdiri dari beberapa tingkatan. Setiap lapisan terdiri dari neuron yang terhubung ke area terdekat dari lapisan sebelumnya. Lapisan awal adalah lapisan konvolusional, diikuti oleh lapisan berikutnya yang disebut lapisan penyatuan. Fungsi aktivasi diterapkan ke setiap lapisan. Posisinya beresilasi antara kategori awal dan kategori berikutnya. Lapisan masukan langsung menerima masukan gambar dan memprosesnya hingga menghasilkan keluaran berupa vektor, yang kemudian dikirim ke lapisan berikutnya untuk diproses lebih lanjut.

b) Layer klasifikasi,

Lapisan ini terdiri dari banyak lapisan, yang setiap lapisannya mengandung neuron-neuron yang saling berhubungan dengan semua tingkatan lainnya. Lapisan ini menerima masukan dari keluaran lapisan ekstraksi fitur gambar dalam bentuk vektor dan menerapkan transformasi serupa dengan Multi Neural Networks, dengan menggabungkan banyak lapisan tersembunyi. Hasil keluarannya mewakili skor klasifikasi masing-masing kelas.

CNN, atau Convolutional Neural Network, adalah teknik yang digunakan untuk mengubah gambar menjadi skor kelas untuk klasifikasi dengan memprosesnya lapis demi lapis, dimulai dari nilai piksel gambar. Setiap lapisan dalam model memiliki hyperparameter, sedangkan lapisan lainnya tidak memiliki parameter seperti bobot dan bias pada neuron.

Metode CNN banyak digunakan untuk pemrosesan gambar medis, identifikasi citra satelit, deteksi kelainan, dan estimasi deret waktu. CNN memiliki kemampuan untuk menganalisis komponen terkecil sekalipun dari gambar dan menggunakannya sebagai node.

4. Self Organizing Maps (SOM)

Jenis algoritma yang dikenal sebagai SOM memiliki kemampuan untuk menganalisis data visualisasi secara mandiri. Kemampuan ini sangat penting karena memungkinkan jaringan syaraf tiruan yang otomatis untuk mengurangi dimensi data. visualisasi data akan bermanfaat untuk memecahkan masalah yang cukup sulit bagi

manusia untuk diselesaikan. Self Organizing Maps (SOM) membantu pengguna memahami data yang berdimensi tinggi dan luas.

Jaringan SOM dapat dengan mudah dilatih dengan teknik pembelajaran tanpa pengawasan, yang tidak memerlukan instruksi eksplisit dari data masukan target. Intinya, SOM atau Self-Organizing Map adalah teknik yang menggunakan jaringan saraf untuk memfasilitasi visualisasi data dengan secara efektif menurunkan dimensi data. SOM sering dikenal sebagai Kohonen Map.

Self-Organizing Maps (SOM) digunakan dalam pembelajaran mendalam untuk merepresentasikan data secara visual dengan menurunkan dimensi melalui penggunaan jaringan saraf yang mengatur dirinya sendiri. SOM adalah jaringan yang dapat dengan mudah dilatih menggunakan teknik pembelajaran tanpa pengawasan. Self-Organizing Maps (SOM) berguna di berbagai bidang, termasuk sistem rekomendasi dan visualisasi data.

KESIMPULAN

Setelah pemeriksaan dan analisis menyeluruh terhadap deep learning dan algoritmanya, dapat disimpulkan bahwa deep learning merupakan komponen dari machine learning, yang pada dasarnya merupakan komponen penyusun kecerdasan buatan (AI). Yang mana sampai saat ini pengembangannya masih dilakukan dengan tujuan untuk membantu pekerjaan manusia. Algoritma yang terdapat dalam deep learning memiliki cara kerja dan tugas bagiannya masing-masing. Dimana algoritma – algoritma tersebut berkaitan satu dengan yang lainnya.

Deep Learning (DL) adalah metodologi yang umum digunakan dalam beberapa tahun terakhir untuk mengimplementasikan Machine Learning (ML). Hal ini didasarkan pada jaringan saraf tiruan. Deep Learning merupakan salah satu subdivisi Machine Learning yang mengandalkan jaringan saraf tiruan (ANN) atau dapat dianggap sebagai kemajuan dari ANN. Akhir-akhir ini, para ilmuwan IT telah banyak memperdebatkan topik ini. Pembelajaran mendalam adalah cabang khusus pembelajaran mesin yang menggunakan model jaringan saraf dengan beberapa lapisan untuk memahami dan memanipulasi data.

Penggunaan deep learning bermacam-macam tergantung algoritma yang digunakan. Contohnya adalah SOM yang membantu dalam visualisasi data dengan memetakan data multidimensi ke dalam ruang yang lebih rendah dimensi, sering kali dalam bentuk peta dua

dimensi. Ini memungkinkan pemahaman visual yang lebih baik tentang distribusi dan pola dalam data.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Hania, A. (2017). Mengenal Artificial Intelligence, Machine Learning, & Deep Learning. *Jurnal Teknologi Indonesia*, 1(June), 1–6. <https://amt-it.com/mengenal-perbedaan-artificial-intelligence-machine-learning-deep-learning/>
- Baay, M. N., Irfansyah, A. N., & Attamimi, M. (2021). Sistem Otomatis Pendeteksi Wajah Bermasker Menggunakan Deep Learning. *Jurnal Teknik ITS*, 10(1). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v10i1.59790>
- Giarsyani, N. (2020). Komparasi Algoritma Machine Learning dan Deep Learning untuk Named Entity Recognition : Studi Kasus Data Kebencanaan. *Indonesian Journal of Applied Informatics*, 4(2), 138. <https://doi.org/10.20961/ijai.v4i2.41317>
- Kirom, F. (2016). Studi Literatur : Macam-Macam Metode Menggunakan Pendekatan Deep Learning dan Contoh Penerapannya. *UTS Metodologi Penelitian Semester Genap*, 20, 17.
- Martanto, M., Ali, I., & Mulyawan, M. (2019). Prediksi Tingkat Kelulusan Mahasiswa Menggunakan Machine Learning dengan Teknik Deep Learning. *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT*, 4(2–2), 191–194. <https://doi.org/10.30591/jpit.v4i2-2.1877>
- Maulana, G. G. (2017). Pembelajaran Dasar Algoritma Dan Pemrograman Menggunakan El-Goritma Berbasis Web. *Jurnal Teknik Mesin*, 6(2), 8. <https://doi.org/10.22441/jtm.v6i2.1183>
- Nurmani, S., Darmawahyuni, A., Sapitri, A. I., Rachmatullah, M. N., Firdaus, & Tutuko, B. (2021). *Peengenalan Deep Learning dan Implementasinya*. 137.
- Nury, L., Afida, I., Putra, I., Azizah, I., Nabawi, S., & Alifia, A. (2021). *Pembelajaran Mesin Lanjut Forecasting Temperature Menggunakan LSTM*. 1–6. www.wunderground.com.
- Raup, A., Ridwan, W., Khoeriyah, Y., Supiana, S., & Zaqiah, Q. Y. (2022). Deep Learning dan Penerapannya dalam Pembelajaran. *JlIP - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 5(9), 3258–3267. <https://doi.org/10.54371/jiip.v5i9.805>
- Ritayani. (2021). Pengantar Algoritma Dan Pemrograman. *Osf Preprints*, 4(1), 88–100. <https://osf.io/bx59t/>
- Wira, J., & Putra, G. (2014). *Pengenalan Konsep Pembelajaran Mesin dan Deep Learning Edisi 1.4* (Vol. 4).
- Yayat Rahmat Hidayat, Perguruan, P., & Tinggi, T. et al. (2020). Pengenalan Algoritma Pada Pembelajaran Pemrograman Komputer. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 4(March), 763–773.
- Zuraiyah, T. A., Utami, D. K., & Herlambang, D. (2019). Implementasi Chatbot Pada Pendaftaran Mahasiswa Baru Menggunakan Recurrent Neural Network. *Jurnal Ilmiah Teknologi Dan Rekayasa*, 24(2), 91–101. <https://doi.org/10.35760/tr.2019.v24i2.2388>