

1. Pendahuluan

Latar Belakang

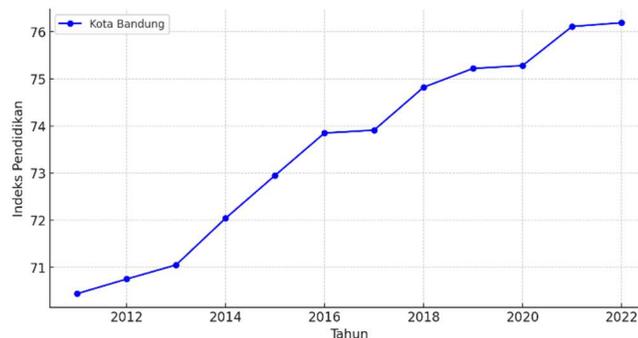
Pendidikan memiliki peran krusial dalam kemajuan suatu negara. Dengan kualitas pendidikan yang baik, negara dapat menghasilkan sumber daya manusia yang berkualitas memiliki daya saing dan dan berkontribusi dalam pembangunan kemajuan bangsa. Di Indonesia, kualitas pendidikan diukur melalui dua indikator utama: Harapan Lama Sekolah (HLS) yang menunjukkan jumlah tahun pendidikan yang diharapkan bagi anak-anak yang baru memulai pendidikan formal, dan Rata-rata Lama Sekolah (RLS) menunjukkan jumlah tahun rata-rata seseorang mengikuti pendidikan formal. Kemudian dihipung dalam bentuk indeks pendidikan.

Dengan populasi sekitar 50,3 juta jiwa, Jawa Barat menjadi provinsi dengan jumlah penduduk terbanyak di Indonesia. Kondisi ini membawa tantangan tersendiri di bidang pendidikan. Menurut Badan Pusat Statistik (2022), indeks pendidikan di Jawa Barat menunjukkan perkembangan yang signifikan. Data dari BPS pada tahun 2010-2022 mengalami kenaikan sebesar 21.32%, yang mula mula pada tahun 2010 indeks pendidikan di Jawa Barat 53.54 hingga sekarang mencapai 64.95. Namun pada data tersebut tampak perbedaan signifikan antara daerah perkotaan dengan daerah kabupaten [1].

Pada Gambar 1 tren indeks pendidikan Kota Bandung yang menunjukkan peningkatan konsisten dari tahun ke tahun. Berdasarkan visualisasi data, terlihat bahwa indeks pendidikan mengalami kenaikan signifikan dari sekitar 70.5 pada tahun 2012 hingga mencapai 76 pada tahun 2022. Peningkatan yang stabil ini, dengan fase kenaikan yang cukup tajam terutama pada periode 2014-2016 dan 2019-2020, menunjukkan adanya upaya berkelanjutan dalam meningkatkan kualitas pendidikan, meskipun masih terdapat tantangan-tantangan yang perlu diatasi.

Penelitian lain menyebutkan bahwa masih banyak permasalahan di bidang pendidikan yang harus mendapat perhatian khusus oleh pemerintah seperti, masih banyaknya kesenjangan siswa di sekolah gratis, dari total 627 kecamatan di Provinsi Jawa Barat terdapat 12 kecamatan yang tidak memiliki SMA dan SMK, serta belum tercapainya Angka Harapan Lama Sekolah selama 12,48 Tahun [2]. Untuk dapat mengetahui dan memprediksi bagaimana perkiraan kualitas pendidikan di Jawa Barat di masa mendatang, penggunaan *Deep Neural Network* (DNN) dengan ekspansi fitur berbasis waktu dapat menjadi solusi inovatif.

Dalam konteks penelitian ini, DNN digunakan untuk mengekstrak fitur dari data dan mengungkap struktur penting atau tersembunyi. DNN memberikan cara yang kuat untuk mempelajari bagaimana fitur-fitur ini saling berinteraksi. DNN juga memiliki kemampuan untuk menangani data yang kompleks dan nonlinear [3]. Rouf, N., dkk. (2023) menegaskan bahwa DNN mampu memberikan prediksi yang lebih akurat dalam memodelkan hasil, karena DNN dapat menangkap pola non-linear dan kompleks [4]. Provinsi Jawa Barat, dengan dinamika pendidikan yang beragam, merupakan studi kasus yang relevan untuk memahami tren dan pola dalam data pendidikan. Penelitian ini menggunakan pendekatan *Deep Neural Network* (DNN) dengan skenario ekspansi fitur berbasis waktu untuk memperkaya informasi data, meningkatkan akurasi klasifikasi, dan mendeteksi pola yang kompleks.



Gambar 1. Plot Time Series Indeks Pendidikan Kota Bandung

Topik dan Batasannya

Pendidikan memainkan peran vital dalam pengembangan kualitas SDM. Jawa Barat, sebagai provinsi dengan populasi terbesar di Indonesia, menghadapi sejumlah tantangan pendidikan. Penelitian ini akan fokus pada masalah-masalah berikut:

- 1) Bagaimana performansi model *Deep Neural Network* (DNN) dengan ekspansi fitur berbasis waktu dalam memprediksi indeks pendidikan di Jawa Barat?
- 2) Apa saja fitur-fitur yang berpengaruh signifikan terhadap prediksi indeks pendidikan menggunakan model *Deep Neural Network*?
- 3) Bagaimana visualisasi dapat memberikan gambaran mengenai indeks pendidikan di Jawa Barat untuk rentang waktu 2023-2033?

Adapun batasan masalah yang disusun dalam penelitian ini, antara lain:

- 1) Penelitian berfokus pada analisis klasifikasi indeks pendidikan di Provinsi Jawa Barat Menggunakan *Deep Neural Network* dengan ekspansi fitur berbasis waktu.
- 2) Berfokus pada dataset yang berisi faktor penting yang mempengaruhi Indeks Pendidikan.
- 3) Hasil prediksi hanya terbatas sampai tahun 2033 karena keterbatasan data historis.

Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk menjawab masalah yang telah diuraikan sebelumnya:

- 1) Menganalisis performansi model *Deep Neural Network* (DNN) dengan ekspansi fitur berbasis waktu dalam memprediksi indeks pendidikan berdasarkan Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Barat dengan menggunakan metrik akurasi, presisi, *recall*, dan *F1-score*.
- 2) Mengidentifikasi fitur-fitur yang berpengaruh signifikan terhadap prediksi indeks pendidikan menggunakan model *Deep Neural Network* yang telah dikembangkan.
- 3) Memvisualisasikan hasil prediksi indeks pendidikan dalam bentuk peta prediksi untuk mempermudah analisis bagaimana indeks pendidikan di Provinsi Jawa Barat selama rentang waktu 2023-2033.

Organisasi Tulisan

Jurnal ini disusun dengan kerangka sebagai berikut: pada bagian dua terdapat bagian studi literatur tentang penelitian terkait. Pada bagian tiga merupakan penjelasan mengenai alur penelitian, deskripsi dataset, preprocessing data, perluasan fitur, model DNN dengan perluasan fitur berbasis waktu, evaluasi kinerja model, dan visualisasi. Pada bagian ketiga, dibahas mengenai pemilihan model DNN T-K, pemilihan fitur-fitur penting, dan hasil prediksi yang divisualisasikan dalam bentuk peta prediksi. Penelitian ini diakhiri dengan ringkasan dan kesimpulan utama di bagian akhir.

2. Studi Terkait

2.1. Indeks Pendidikan

Pendidikan memegang peranan penting dalam kemajuan bangsa dengan membentuk generasi yang kompeten dan berdaya saing. Untuk mencapai hal ini, kualitas pendidikan harus terus dipantau dan ditingkatkan secara berkelanjutan [5].

Pada penelitian [6], menunjukkan bahwa faktor Angka Partisipasi Sekolah (APS) dan Rata-rata Lama Sekolah (RLS) berpengaruh signifikan terhadap indeks pendidikan di Jawa Tengah. Meskipun RLS memiliki dampak terbesar, angka ini masih rendah karena masalah kemiskinan, ketergantungan, dan pernikahan dini. Analisis *regresi* mengindikasikan bahwa semua variabel independen memberi kontribusi positif, dengan RLS sebagai faktor utama.

Penelitian tentang mutu pendidikan di Indonesia mengungkap bahwa mayoritas sekolah (84.9%) masuk kategori "kurang baik", dengan hanya 11.7% "cukup baik" dan 3.4% "baik", bahkan pada sekolah berakreditasi A dan B. Analisis mengidentifikasi tiga standar utama yang mempengaruhi mutu pendidikan: Sarana Prasarana, Pendidik dan Tenaga Kependidikan, serta Kompetensi Lulusan. Meski model penelitian mencapai akurasi 83.49%, ditemukan bahwa akreditasi belum sepenuhnya akurat mengukur mutu pendidikan, sementara rendahnya nilai UNBK terkait dengan integritas ujian dan tingkat kesulitan soal HOTS [7]. Penelitian lain juga menyebutkan kurangnya kesadaran masyarakat terhadap pentingnya pendidikan merupakan salah satu faktor yang menyebabkan rendahnya indeks pendidikan pada rata rata daerah di Indonesia [8].

2.2. Ekspansi Fitur

Feature expansion adalah teknik untuk menciptakan fitur-fitur tambahan yang diturunkan dari fitur yang sudah ada. Teknik ini dapat menggunakan berbagai metode seperti transformasi polynomial atau fungsi basis lainnya untuk mengidentifikasi pola non-linear dalam data yang sulit dideteksi oleh model linear standar [9]. Dalam konteks analisis time series, penerapan *feature expansion* dilakukan dengan menambahkan komponen temporal dan frekuensi, yang bertujuan untuk meningkatkan ketepatan prediksi dengan menyertakan informasi yang lebih lengkap tentang perubahan pola data sepanjang waktu [9]. Khusus untuk data *time series* satu dimensi, proses ekspansi fitur melibatkan penambahan tiga jenis karakteristik: temporal, frekuensi, dan statistik. Penelitian menunjukkan bahwa metode ini menghasilkan tingkat akurasi klasifikasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan pendekatan konvensional [10].