

SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN CERDAS SPASIAL *STUNTING* DI PROVINSI NTT DENGAN *DEEP LEARNING*

Yampi R Kesmetan¹, Fuzy Yustika Manik²

¹Program Studi Teknik Informatika, STIKOM Uyelindo

¹Jl. Perintis Kemerdekaan, Kupang – Nusa Tenggara Timur, Indonesia

²Program Studi Ilmu Komputer S1, Universitas Negeri Sumatera Utara

²Jl. Jl. Dr. T. Mansyur, Medan – Sumatera Utara, Indonesia

Email: ¹kaesmetanyampi@gmail.com, ²fuzy_yustika@usu.ac.id

ABSTRAK

Stunting, sebagai masalah kesehatan masyarakat yang kompleks, terus menjadi perhatian serius di Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT). Untuk mengatasi tantangan ini, pengembangan Sistem Pendukung Keputusan (SPK) yang cerdas dan responsif terhadap aspek spasial menjadi esensial. Dalam konteks ini, kami mengusulkan sebuah sistem inovatif yang mengintegrasikan *Deep Learning* dengan SPK untuk menangani masalah *stunting* di NTT. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah Sistem Pendukung Keputusan Cerdas Spasial (SPKCS) dengan menggunakan metode Moora dan Vikor yang memberikan pemahaman yang lebih baik tentang faktor-faktor spasial yang berkaitan dengan kejadian *stunting* di NTT. Dengan menggunakan pendekatan data spasial, termasuk data geografis, demografis, dan lingkungan, untuk menerapkan teknik *Deep Learning* untuk menganalisis pola spasial yang kompleks. Metodologi penelitian melibatkan pengumpulan data spasial dari berbagai sumber, termasuk data survei kesehatan masyarakat, data geografis, dan data lingkungan. Selanjutnya dengan penerapan MOORA dan VIKOR dan juga menggunakan *Deep Learning*, dengan CNN, RNN dan LSTM untuk mengolah data dan mengidentifikasi pola spasial yang berkaitan dengan kejadian *stunting*. Hasil dari penelitian ini menghasilkan pemetaan spasial dengan nilai preferensi *stunting* di NTT. Dengan nilai rata-rata pada Sensitivitas 84,05%, Spesitivitas 83,12%, Accuracy 83,55%

Kata kunci: *Stunting*, SPK, Cerdas, Spasial, Moora, Vikor, Deep Learning, CNN, RNN, LSTM

ABSTRACT

Stunting, as a complex public health problem, continues to be a serious concern in East Nusa Tenggara (NTT) Province. To address this challenge, the development of an intelligent and spatially responsive Decision Support System (SDM) is essential. In this context, we propose an innovative system that integrates Deep Learning with GIS to address the problem of *stunting* in NTT. This research aims to develop a Spatially Intelligent Decision Support System (SPKCS) using the Moora and Vikor methods that provides a better understanding of the spatial factors associated with the incidence of *stunting* in NTT. By using spatial data approaches, including geographic, demographic, and environmental data, to apply Deep Learning techniques to analyze complex spatial patterns. The research methodology involved collecting spatial data from various sources, including public health survey data, geographic data, and environmental data. Furthermore, the application of MOORA and VIKOR and also using Deep Learning, with CNN, RNN and LSTM to process the data and identify spatial patterns related to the incidence of *stunting*. The results of this study resulted in spatial mapping with *stunting* prevalence values in NTT. With an average value on Sensitivity 84.05%, Specitivity 83.12%, Accuracy 83.55%.

Keywords : *Stunting*, SPK, Cerdas, Spasial, Moora, Vikor, Deep Learning, CNN, RNN, LSTM



1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

NTT merupakan Provinsi kepulauan dengan jumlah pulau sebanyak 1.192 pulau, 432 pulau mempunyai nama dan 44 pulau berpenghuni. Luas wilayah 2.47.931,54 km² yang terbagi dalam wilayah daratan 47.931,54 km² dan luas wilayah lautan 200.000 km² [1], oleh karena itu, NTT merupakan wilayah kepulauan yang disatukan Laut Sawu. Kondisi daratan NTT merupakan wilayah berbukit dan bergunung-gunung, dataran-dataran yang sempit memanjang sepanjang pantai dan diapit oleh dataran tinggi atau sistem perbukitan. Keadaan geografis tersebut merupakan tantangan bagi pelayanan kesehatan, dimana akses dan keterjangkauan pelayanan kesehatan kepada masyarakat menjadi terbatas [2]. Untuk masyarakat yang tinggal pada pulau kecil, keterbatasan sarana kesehatan diperparah dengan akses transportasi laut yang sulit, bahkan tidak ada sama sekali pada musim-musim tertentu dimana keadaan laut tidak menentu [3]. Sedangkan pada wilayah daratan, akses jalan yang terbatas membuat waktu tempuh antara fasilitas kesehatan dengan masyarakat di wilayah berbukit dan bergunung menjadi lama, sehingga dalam keadaan darurat akan sulit untuk memberikan pelayanan. Kualitas kesehatan masyarakat NTT yang masih rendah ditandai dengan rendahnya kualitas kesehatan ibu dan bayi, mengkhawatirkannya masalah gizi masyarakat NTT [4], rendahnya peran serta masyarakat dalam upaya preventif dan promotif, rendahnya kualitas kesehatan lingkungan. Kualitas kesehatan ibu dan bayi di NTT pun masih berada pada kondisi yang kurang baik pelayanan kesehatan kepada masyarakat yang membutuhkan. Dimana jumlah tenaga kesehatan di NTT pada tahun 2017 hampir untuk setiap jenisnya masih kurang jika dibandingkan dengan standar nasional. Terutama untuk tenaga dokter dengan rasio 17:100.000 penduduk, tentunya masih jauh jika dibandingkan dengan standar nasional sebesar 62:100.000 penduduk [5]. Demikian juga untuk bidan, dimana rasio NTT sebesar 74:100.000 penduduk masih lebih rendah dibanding standar 100:100.000 penduduk, hal ini berdampak pada penangung kesehatan bagi ibu hamil ataupun juga perkembangan anak yang dapat berakibat terjadinya stunting. Dengan tingginya persentase balita stunting di NTT, maka berpotensi terjadinya “*lost generation*” jika tidak segera ditanggulangi. Presentasi angka stunting untuk wilayah NTT pada tahun 2022 sebanyak 17,7 persen balita stunting dan pada semester 1 Tahun 2023 (Bulan timbang Februari) sebanyak 15,7 persen atau berjumlah 67.538 anak stunting di NTT. Oleh karena itu pentingnya Sistem Pendukung Keputusan (SPK) dalam penanganan masalah stunting, diperlukan pendekatan yang sistematis dan terarah. dikarenakan SPK merupakan alat yang sangat berguna dalam membantu pengambilan keputusan yang berbasis data dan informasi, terutama dalam konteks kesehatan masyarakat, sehingga sistem ini dapat menyediakan rekomendasi berbasis data yang membantu pemerintah daerah dan stakeholder dalam merencanakan program intervensi secara tepat. Dengan menggunakan data historis dan spasial, keputusan bisa lebih informasional dan berbasis bukti, daripada hanya mengandalkan asumsi atau intuisi. Selain menggunakan SPK juga digunakan *deep learning* untuk dapat menganalisis data spasial dengan lebih cepat dan akurat, sehingga dapat memetakan daerah-daerah dengan tingkat stunting tinggi dan faktor-faktor risiko yang terkait, seperti akses terhadap layanan kesehatan, gizi, pendidikan, dan infrastruktur. Sehingga dengan pemanfaatan *Deep Learning* dalam Analisis Spasial juga akan lebih memberikan akurasi yang tepat, Model *deep learning*, seperti Convolutional Neural Networks (CNN, RNN, dan LSTM[6], telah menunjukkan keunggulannya dalam mengatasi tantangan deteksi objek dengan akurasi yang tinggi [7]. Dengan demikian, Sistem Pendukung Keputusan Cerdas Spasial Stunting dengan Deep Learning untuk Provinsi NTT dapat memberikan dampak positif yang signifikan dalam upaya mengurangi *stunting*, meningkatkan kesejahteraan masyarakat, serta membantu pemerintah dalam merancang kebijakan yang lebih efektif dan efisien

2. METODE PENELITIAN

Stunting

Stunting merupakan suatu kondisi yang menunjukkan rendahnya tinggi badan suatu anak dibandingkan dengan tinggi badan rata-rata anak seusia yang sehat. Stunting dapat disebabkan oleh kurangnya gizi dan asupan makanan yang berkualitas buruk selama masa pertumbuhan anak, serta faktor-faktor lain seperti infeksi, kurangnya akses air bersih dan sanitasi, serta kurangnya aktivitas fisik [8]. Stunting merupakan hasil dari kombinasi faktor lingkungan, biologis, dan sosial yang mengakibatkan kerusakan permanen pada otak dan sistem tubuh lainnya, sehingga mempengaruhi kinerja dan prestasi sekolah, produktivitas dan kesejahteraan hidup di masa depan. *Stunting* adalah kondisi di mana pertumbuhan anak terganggu sehingga tinggi badannya lebih rendah dari rata-rata usianya. *Stunting* dapat didefinisikan sebagai keadaan tubuh anak dibawah usia 5 tahun yang pendek atau sangat pendek didasarkan pada indeks Panjang Badan menurut Umur (PB/U) atau Tinggi Badan menurut Umur (TB/U) dengan ambang batas (z-score) antara -3 Standar Deviasi (SD) sampai dengan < -2 Standar Deviasi (SD) berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2020



Tentang Standar Antropometri Anak pada kurva pertumbuhan WHO yang terjadi dikarenakan kurangnya asupan nutrisi yang tidak adekuat dan/atau infeksi berulang / kronis yang terjadi dalam 1000 Hari Pertama Kehidupan (HPK) [9].

Gejala *stunting* bervariasi, namun ciri utamanya terletak pada pertumbuhan tubuh yang terhambat, mengakibatkan tinggi badan anak lebih pendek dari seharusnya untuk usianya, berat badan yang tidak seimbang dengan tinggi badan, ketidakseimbangan tubuh, perbandingan panjang kaki dan lengan yang tidak proporsional, keterlambatan dalam perkembangan fisik dan kognitif, daya tahan tubuh yang rendah, seperti anemia, lemah, letih, lesu, rentan terhadap infeksi penyakit, warna rambut anak yang cenderung kemerahan yang diakibatkan kekurangan asupan energi dan protein, dan keterlambatan dalam perkembangan mental. Identifikasi *stunting* menurut Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (Kemenkes RI) melibatkan pengukuran tinggi badan yang kemudian dibandingkan dengan standar tinggi badan yang berlaku. Meskipun demikian, standar yang digunakan dapat bervariasi sesuai dengan kelompok usia anak. Di Indonesia, penilaian *stunting* pada anak umumnya menggunakan indikator berat badan menurut tinggi badan (BB/TB), tinggi badan menurut usia (TB/U), dan berat badan menurut usia (BB/U). Proses dimulai dengan wawancara medis atau anamnesis, yang mencakup evaluasi keadaan umum anak, *intake* nutrisi, pola pemberian makanan, dan komposisi makanan. Langkah berikutnya melibatkan pemeriksaan fisik menyeluruh dari kepala hingga kaki. Kemudian dilakukan pemeriksaan status antropometri, yang mencakup pengukuran berat badan menurut umur dan panjang/tinggi badan. Untuk anak di bawah usia 2 tahun, alat ukur tidur yang digunakan adalah *lengthboard*.

Sistem Pendukung Keputusan

Sistem Pendukung Keputusan (SPK) adalah suatu sistem berbasis komputer yang dirancang untuk membantu pengambil keputusan dalam menyelesaikan masalah yang kompleks dan semi-terstruktur [10]. SPK menyediakan akses ke data yang relevan, alat analisis, dan model yang mendukung proses pengambilan keputusan [11]. Singkatnya, SPK adalah alat yang membantu kita membuat keputusan yang lebih baik dengan memanfaatkan informasi yang ada. Ada dua metode yang digunakan dalam penelitian ini, adalah sebagai berikut:

Metode VIKOR (*Visekriterijumsko Kompromisno Rangiranje*)

Metode VIKOR adalah metode perankingan dengan menggunakan indeks peringkat multikriteria berdasarkan ukuran tertentu dari kedekatan dengan solusi yang ideal. Konsep dasar VIKOR adalah menentukan ranking dari sampel-sampel yang ada dengan melihat hasil dari nilai-nilai utilitas dan regrets dari setiap sampel [12]. Metode VIKOR (*Visekriterijumsko Kompromisno Rangiranje*) bertujuan untuk mendapatkan hasil perankingan alternatif yang mendekati solusi ideal dengan mengusulkan solusi kompromi. Metode VIKOR merupakan salah satu metode dalam sistem pendukung keputusan dengan hasil akhir nilai terendah merupakan alternatif yang memiliki tingkat kepentingan tertinggi

Berikut tahapan-tahapan perhitungan dalam metode VIKOR yaitu [12]:

a. Membuat matriks keputusan

Pada langkah ini setiap kriteria dan alternatif disusun ke dalam bentuk matriks keputusan $F; A_j$ menyatakan alternatif ke $i = 1, 2, 3, \dots, m$ dan C_{x_n} menyatakan kriteria ke $j = 1, 2, 3, \dots, n$

$$F = \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_n \end{matrix} \begin{bmatrix} C_{x1} & C_{x2} & \cdots & C_{xn} \\ a_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ a_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan

X_{ij} = respon alternatif I pada kriteria j

$i = 1, 2, 3, \dots, m$ adalah urutan alternatif

$j = 1, 2, 3, \dots, n$ adalah nomor urutan kriteria

A_i = alternatif ke-i

C_j = kriteria ke-j

F = matriks keputusan

b. Bobot kriteria (W)

Menentukan bobot kriteria yang diperoleh dari pengguna sistem sesuai dengan kebutuhan atau kriteria yang diinginkan.



$$W_j = \frac{w_j}{\sum_{j=1}^m w_j} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

W_j = bobot dari tiap kriteria j

c. Normalisasi data

Membuat matriks normalisasi dengan menentukan nilai positif dan nilai negatif sebagai solusi ideal dari setiap kriteria.

$$R_{ij} = \left(\frac{x_i^+ - x_{ij}}{x_i^+ - x_i^-} \right) \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

R_{ij} dan X_{ij} ($i=1,2,3,\dots,m$ dan $j=1,2,3,\dots,n$) adalah elemen matriks pengambilan keputusan (alternatif I terhadap kriteria j) dan X_i^+ adalah elemen dari kriteria j, X_i^- adalah elemen terburuk dari kriteria j.

d. Menghitung Nilai Utility Measure (S) dan Regret Measure (R)

$$S_i = \sum_{j=1}^n w_j x(R_{ij}) \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan:

W_j = bobot kriteria

R = nilai terbesar dari setiap alternatif

e. Menentukan nilai indeks VIKOR (Q)

$$Q_i = v \left[\frac{S_i - S^-}{S^+ - S^-} \right] + (1 - v) \left[\frac{R_i - R^-}{R^+ - R^-} \right] \dots\dots\dots(5)$$

f. Perankingan, berdasarkan urutan nilai indeks VIKOR dari nilai yang paling rendah

Metode Moora (Multi-Objective Optimization On The Basic Of Ratio Analysis)

Metode MOORA memiliki tingkat fleksibilitas dan kemudahan untuk dipahami dalam memisahkan bagian subjektif dari suatu proses evaluasi kedalam kriteria bobot keputusan dengan beberapa atribut pengambilan keputusan. Metode ini memiliki tingkat selektifitas yang baik karena dapat menentukan tujuan dari kriteria yang bertentangan. Dimana kriteria dapat bernilai menguntungkan (*benefit*) atau yang tidak menguntungkan (*cost*). Metode MOORA banyak diaplikasikan dalam beberapa bidang seperti bidang manajemen, bangunan, kontraktor, desain jalan, dan ekonomi. Metode ini memiliki tingkat selektifitas yang baik dalam menentukan suatu alternatif. MOORA didefinisikan sebagai suatu proses secara bersamaan guna mengoptimalkan dua atau lebih yang saling bertentangan pada beberapa kendala, Dalam aplikasinya metode MOORA dalam menyelesaikan masalah pemilihan supplier bahan kimia dan bioteknologi dengan menerapkan fuzzy dan MOORA. Model pengambilan keputusan yang dihasilkan mampu melakukan evaluasi terus menerus dalam penyelesaian masalah pemilihan dan evaluasi supplier Metode Moora adalah multiobjectif sistem yang mengoptimalkan dua atau lebih atribut yang saling bertentangan secara bersamaan. Metode ini diterapkan untuk memecahkan masalah dengan perhitungan matematika yang kompleks Metode MOORA [13].

Metode Multi-Objective Optimization by Ratio Analysis (MOORA) merupakan sistem multiobjektif pada pengoptimalan dua atau lebih atribut yang saling bertentangan secara bersamaan. Metode ini digunakan untuk menyelesaikan masalah dengan perhitungan matematika yang kompleks. Metode Moora diterapkan untuk menyelesaikan banyak permasalahan ekonomi, manajerial dan konstruksi pada sebuah perusahaan maupun proyek. Langkah-langkah pada metode MOORA dapat dinyatakan, sebagai berikut:

- a. Mengidentifikasi atribut yang digunakan.
- b. Semua atribut yang telah diidentifikasi dibentuk dalam matriks keputusan. Data digambarkan seperti $X_{m \times n}$, Dimana x_{ij} adalah alternative ke I pada atribut ke j, m juga termasuk sebagai *alternative*, dan n sebagai atribut.
- c. Menyimpulkan bahwa sebagai penyebut, yang dipilih adalah akar kuadrat dari jumlah kuadrat dari setiap alternatif.



$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \dots\dots\dots(6)$$

d. Menurut Cahayani et al,(2019) menyimpulkan bahwa sebagai penyebut, yang dipilih adalah akar kuadrat dari jumlah kuadrat dari setiap alternative. Ratio ini dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$x^*_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{[\sum_{i=1}^m x^2_{ij}]}} \quad (j= 1, 2, \dots,n). \dots\dots\dots(7)$$

e. Dimana x_{ij} adalah nomor dimensi sebagai interval [0,1] yang kemudian di normalisasi perhitungannya dari alternative ke i pada atribut ke j. Untuk mengoptimasi lebih dari banyak objek, maka dilakukan normalisasi dengan nilai maksimum dikurangi nilai minimum.

$$y_i = \sum_{j=1}^m x^*_{ij} - \sum_{j=g+1}^n x^*_{ij} \quad \dots\dots\dots(8)$$

f. Dimana g adalah atribut maksimum, (n-g) adalah jumlah atribut yang akan menjadi nilai minimum, dan y_i adalah nilai normalisasi alternative ke i pada semua atribut.

Untuk membuat nilai atribut lebih akurat, maka bisa dilakukan dengan mengalikan bobot yang sesuai.

$$y_i = \sum_{j=1}^g w_j x^*_{ij} - \sum_{j=g+1}^n w_j x^*_{ij} \quad (j = 1,2,\dots,n) \dots\dots\dots(9)$$

Dimana w_j adalah atribut yang dapat ditentukan dengan menerapkan entropi.

g. Nilai dapat menjadi positif atau negatif tergantung dari jumlah maksimum dan minimumnya pada matriks keputusan. Hasil akhir perhitungannya yaitu menampilkan hasil ranking y_i . Dengan demikian, nilai alternative terbaik memiliki nilai y_i tertinggi. Sedangkan nilai alternative terendah memiliki nilai y_i terendah.

Deep Learning

Deep learning, cabang dari pembelajaran mesin, menggunakan jaringan saraf tiruan dengan banyak lapisan untuk belajar dari data yang kompleks [14]. Ketika diterapkan pada masalah spasial stunting, deep learning dapat menganalisis data geografis, untuk mengidentifikasi pola dan tren yang terkait dengan *stunting* [15]. Beberapa bagian *deep learning* [16].

a. Convolutional Neural Networks (CNN)

Dimana dalam CNN dilakukan Ekstraksi Fitur Spasial, karena CNN mampu mengidentifikasi pola dan fitur dalam data gambar. Dalam hal ini stunting sebagai sumbernya, CNN dapat mengenali pola-pola tertentu pada citra satelit yang terkait dengan kondisi lingkungan yang mendukung atau menghambat pertumbuhan anak [17]. Misalnya, CNN mengidentifikasi area dengan gizi yang buruk, kepadatan penduduk tinggi, atau akses terbatas ke air bersih [18], yang semuanya merupakan faktor risiko *stunting*. Kemudian diklasifikasikan dengan mengekstrak fitur-fitur, CNN mengklasifikasikan setiap wilayah pada SIG dengan menggunakan Quantum GIS sehingga menjadi kategori risiko stunting tertentu (rendah, sedang, atau tinggi). Proses klasifikasi ini melibatkan penggunaan lapisan *fully-connected* yang menghasilkan probabilitas untuk setiap kelas [19].

b. Recurrent Neural Networks (RNN)

Dimana RNN akan menganalisis reret waktu karena RNN sangat baik dalam memproses data sekuensial [20]. Dalam konteks stunting, RNN dapat digunakan untuk menganalisis data deret waktu seperti perubahan tingkat stunting dari tahun ke tahun atau perubahan nilai indeks pembangunan manusia (IPM) di suatu wilayah. Memori Jangka Pendek: RNN memiliki kemampuan untuk "mengingat" informasi dari input sebelumnya. Hal ini memungkinkan RNN untuk menangkap tren dan pola dalam data deret waktu.

c. Long Short-Term Memory (LSTM)

LSTM mampu dalam menggunakan Memori Jangka Panjang karena LSTM merupakan kelanjutan dari jenis RNN khusus yang dirancang untuk mengatasi masalah vanishing gradient, yang memungkinkan LSTM untuk mengingat informasi dalam jangka waktu yang lebih lama [21]. Sebab LSTM memiliki mekanisme

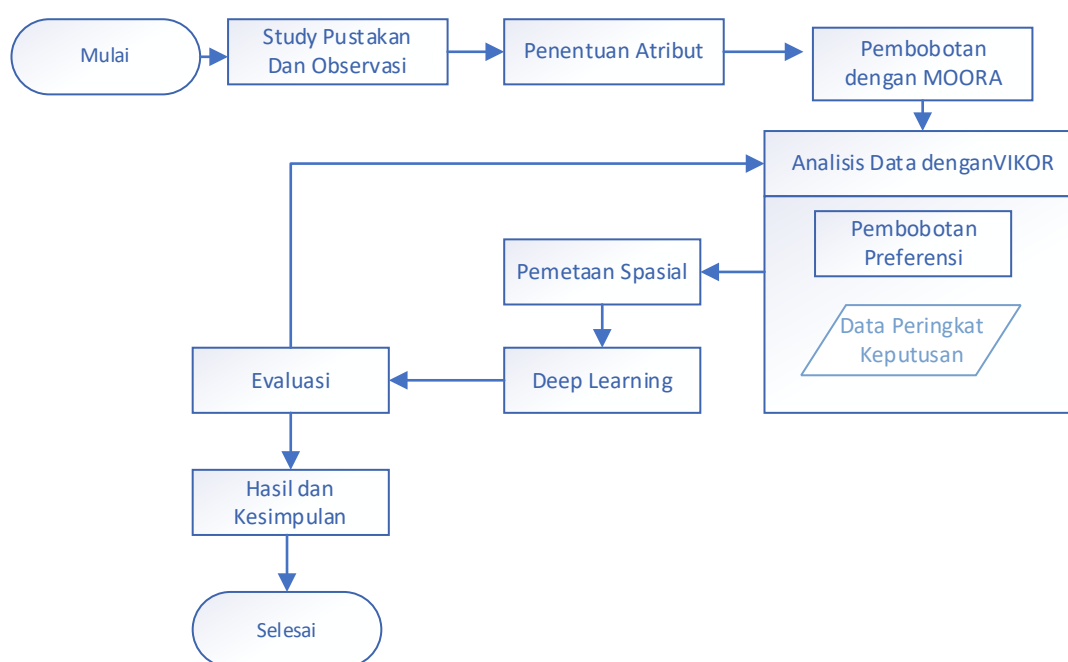


gerbang yang mengontrol aliran informasi dalam jaringan. Hal ini memungkinkan LSTM untuk secara selektif "melupakan" informasi yang tidak relevan dan "mengingat" informasi yang penting.

Spasial

Spasial dalam konteks stunting di NTT merujuk pada distribusi tidak merata kasus stunting di berbagai wilayah di provinsi NTT. Meskipun secara keseluruhan NTT memiliki prevalensi stunting yang tinggi, namun angka ini bervariasi antar kabupaten/kota, bahkan antar desa [22]. Variasi ini dipengaruhi oleh sejumlah faktor, seperti Kondisi geografis dimana terdapat daerah pegunungan, kepulauan, atau daerah terpencil seringkali memiliki akses terbatas pada layanan kesehatan, sanitasi, dan air bersih yang memadai. Kemudian tingkat kemiskinan pada setiap wilayah dengan tingkat kemiskinan tinggi cenderung memiliki prevalensi stunting yang lebih tinggi karena terbatasnya akses terhadap makanan bergizi [23]. Serta kualitas infrastruktur dimana ketersediaan jalan, jembatan, dan fasilitas umum lainnya sangat mempengaruhi akses masyarakat terhadap layanan kesehatan dan informasi. Selain itu juga ada faktor sosial budaya yang terdapat praktik pengasuhan anak, pola makan, dan kepercayaan masyarakat juga dapat mempengaruhi status gizi anak [24].

Berikut ini adalah tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram alir Penelitian

1) Prosedur Penelitian

Dalam tahapan penelitian ini ada beberapa tahapan yang akan dikerjakan diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur dan Pengumpulan Data:
Melakukan tinjauan literatur untuk memahami landasan teori terkait stunting, sistem pendukung keputusan, deep learning, dan faktor-faktor yang memengaruhi stunting di Provinsi NTT.
2. Mengumpulkan data spasial yang relevan, termasuk data kesehatan, sosial ekonomi, lingkungan, dan infrastruktur dari sumber-sumber yang terpercaya.
3. Pemrosesan Data, Mengolah data spasial menggunakan perangkat lunak atau bahasa pemrograman, dimana data yang digunakan adalah dari hasil penelitian sebelumnya yang menerapkan SPK dengan metode MOORA dan VIKOR.
4. Melakukan pemetaan dan analisis spasial untuk mengidentifikasi pola-pola penyebaran stunting dan faktor-faktor yang memengaruhi dengan menggunakan GIS dan statistik.
5. Pengembangan Sistem Pendukung Keputusan (SPK) yaitu dengan mengintegrasikan model *deep learning* dengan *platform* SPK dengan metode MOORA dan VIKOR.
6. *Deep Learning*, dengan menerapkan tahapan dari CNN, RNN, dan LSTM untuk pelatihan model deep learning, termasuk pembagian data menjadi data latih, validasi, dan uji.



Dengan menghitung nilai dari setiap neuron yang muncul kemudian ditentukan synapse dan *cell body* sehingga nantinya dapat menghasilkan output.

2) Validasi dan Evaluasi:

Melakukan validasi model deep learning menggunakan data independen yang belum pernah dilihat sebelumnya. Melakukan evaluasi kinerja sistem pendukung keputusan secara keseluruhan, termasuk akurasi prediksi dan kegunaan dalam mendukung pengambilan keputusan.

Berdasarkan hasil pelatihan dan pengujian VIKOOR dan CNN, didapatkan hasil yang selanjutnya digunakan untuk mengevaluasi kinerja CNN yang ada dalam Tensorflow. Dalam Tahap evaluasi akan dihitung akurasi, sensitivity, dan specificity. Masing-masing dicari dengan menggunakan rumus yang dilihat berdasarkan persamaan (10), (11), (12), (13), (14), dan (15) berikut ini :

		Positive	Negative
Actual	Positive	A: True Positive	C: False negative
	Negative	B: false positive	D: true negative

$$Sensitivity/recall = \frac{\sum A}{\sum A + \sum C} \quad (10)$$

$$Specificity = \frac{\sum D}{\sum D + \sum B} \quad (11)$$

$$Accuracy = \frac{\sum A + \sum D}{\sum A + \sum B + \sum C + \sum D} \quad (12)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari dua jenis utama: data spasial (nominal) dan data numerik (deret waktu). Data spasial mencakup informasi geografis seperti lokasi wilayah dan fasilitas kesehatan, sementara data numerik mencakup informasi dinamis seperti tingkat stunting per tahun, prevalensi gizi buruk, dan faktor ekonomi. CNN digunakan untuk memproses data spasial, sedangkan RNN dan LSTM digunakan untuk data numerik yang mencatat perubahan kondisi dari waktu ke waktu. Penggunaan kedua jenis data ini memastikan bahwa model yang dikembangkan dapatkan hasil yang terbaik.

Dalam tahapan menggunakan SPK mengkombinasikan metode MOORA dan VIKOR, telah dilakukan penentuan kriteria dan sub kriteria serta untuk Solusi Ideal Positif yaitu Jika termasuk benefit maka nilai maximumnya itu adalah nilai paling besar akan tetapi jika termasuk cost maka nilainya paling kecil yang dilihat pada hasil dari perhitungan matriks keputusan normalisasi terbobot. Sedangkan untuk Solusi Ideal Negatif yaitu Jika termasuk benefit maka Minimumnya itu adalah nilai paling kecil akan tetapi jika termasuk cost maka nilainya paling besar yang dilihat pada hasil dari perhitungan matriks keputusan normalisasi terbobot.

Kode Kriteria	Nama Kriteria	Atribut	Nilai Bobot
C1	Asupan Gizi	Benefit	0,2
C2	Pola Makan	Benefit	0,3
C3	Imunisasi	Cost	0,2
C4	Pola Istirahat	Benefit	0,15
C5	BB/TB	Benefit	0,15

Setelah membuat matriks keputusan selanjutnya kita membuat tabel normalisasi matriks X_{ij} yang tampak pada Tabel 3.

Alternatif	C1	C2	C3	C4	C5
C1	0,037872	0,036651	0,02582	0,01749636	0,020412
C2	0,025248	0,073302	0,02582	0,02624453	0,030619
C3	0,037872	0,018325	0,03873	0,01749636	0,020412
.....



C30	0,012624	0,036651	0,03873	0,03499271	0,020412
-----	----------	----------	---------	------------	----------

Setelah didapat hasil dari matriks normalisasi terbobot, hal selanjutnya yang kita lakukan adalah menjumlahkan seluruh kriteria dari setiap alternatif, terdapat kriteria yang bernilai benefit dan cost, maka kita dapat langsung saja menjumlahkan kelima kriteritersebut untuk mencari nilai Y_i , maka didapat nilai Y_i , maka didapat nilai Y_i yang terdapat pada Tabel 4.

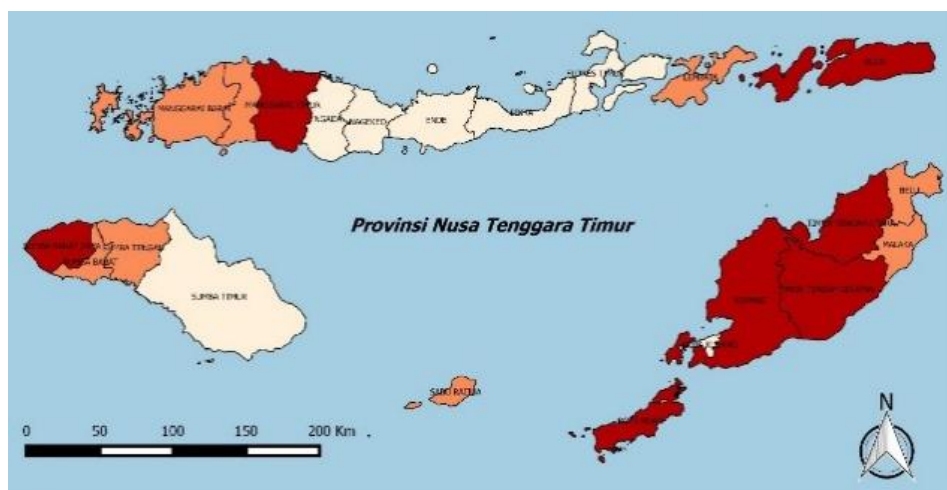
Tabel 4. Perangkingan Nilai Y_i

Alternatif	Max	Min	Y_i (Max-Min)	Rangking
C1	0,112431	0,02582	0,086611	19
C2	0,155413	0,02582	0,129593	3
C3	0,094106	0,03873	0,055376	27
.....
C30	0,10468	0,03873	0,06595	23

Dari Tabel 4 didapatkan hasil perhitungan perangkingan sehingga dapat ditentukan bahwa Balita sehat di Puskesmas sikumana dengan kode A_{19} sebagai peringkat tertinggi dengan nilai 0,086611, peringkat 2 $A_3 = 0,129593$, peringkat 3 $A_{27} = 0,055376$, peringkat 4 $A_{30} = -0,67929$ peringkat 5 $A_{16} = 0,092027$, peringkat 6 $A_{16} = 0,092027$, peringkat 7 $A_{25} = 0,061078$, peringkat 8 $A_6 = 0,126938$, peringkat 9 $A_{10} = 0,115143$, peringkat 10 $A_{17} = 0,091484$, peringkat 11 $A_{24} = 0,065582$, peringkat 12 $A_{11} = 0,113011$, peringkat 13 $A_{20} = 0,086362$, peringkat 14 $A_1 = 0,127849$, peringkat 15 $A_4 = 0,127849$, peringkat 16 $A_{22} = 0,0717$, peringkat 17 $A_9 = 0,122065$, peringkat 18 $A_7 = 0,123642$, peringkat 19 $A_{28} = 0,036136$, peringkat 20 $A_{26} = 0,056916$, peringkat 21 $A_{12} = 0,107592$, peringkat 22 $A_6 = 0,107592$, peringkat 23 $A_{15} = 0,095984$, peringkat 24 $A_{29} = 0,024222$, peringkat 25 $A_{21} = 0,076119$, peringkat 26 $A_8 = 0,122719$, peringkat 27 $A_2 = 0,164761$, peringkat 28 $A_5 = 0,127138$, peringkat 29 $A_{14} = 0,103193$, peringkat 30 $A_{23} = 0,06595$.

Setelah analisis dan perhitungan dengan metode MOORA dan VIKOR, hasilnya dipetakan menggunakan Quantum GIS (QGIS), yang memberikan gambaran spasial yang jelas mengenai distribusi stunting di Provinsi NTT. Pemetaan ini menggunakan tiga pola warna untuk memvisualisasikan tingkat keparahan stunting, yang dapat dengan mudah dipahami oleh pengambil keputusan. Dengan visualisasi ini, para stakeholder dapat memprioritaskan wilayah yang membutuhkan intervensi segera, serta merencanakan program berbasis data yang lebih efektif dan efisien. Dimana Hasil memberikan peringkat dan rekomendasi prioritas wilayah berdasarkan faktor-faktor seperti tingkat stunting, akses kesehatan, dan gizi, hasil tersebut digunakan sebagai input dalam pemetaan spasial. Pengolahan hasil MOORA dan VIKOR ini kemudian digabungkan dengan Quantum GIS untuk memvisualisasikan distribusi stunting, yang menghasilkan peta dengan tiga warna: putih (rendah), oranye (sedang), dan merah (tinggi). Dimana dalam proses pengerjaan ditambahkan Layer Spasial Data spasial (*shapefile*) dimasukkan ke dalam QGIS sebagai layer, baik itu layer batas provinsi, kabupaten, kecamatan di Provinsi NTT. Kemudian menambahkan data numerik yang diambil dari perangkingan MOORA dan VIKOR yang berisi informasi tentang tingkat stunting di setiap wilayah yang diambil adalah tingkat stunting di setiap kabupaten lalu dimasukkan sebagai tabel dalam QGIS. Tabel ini kemudian bisa digabungkan dengan data spasial berdasarkan kolom penghubung, seperti kode wilayah atau nama kabupaten.





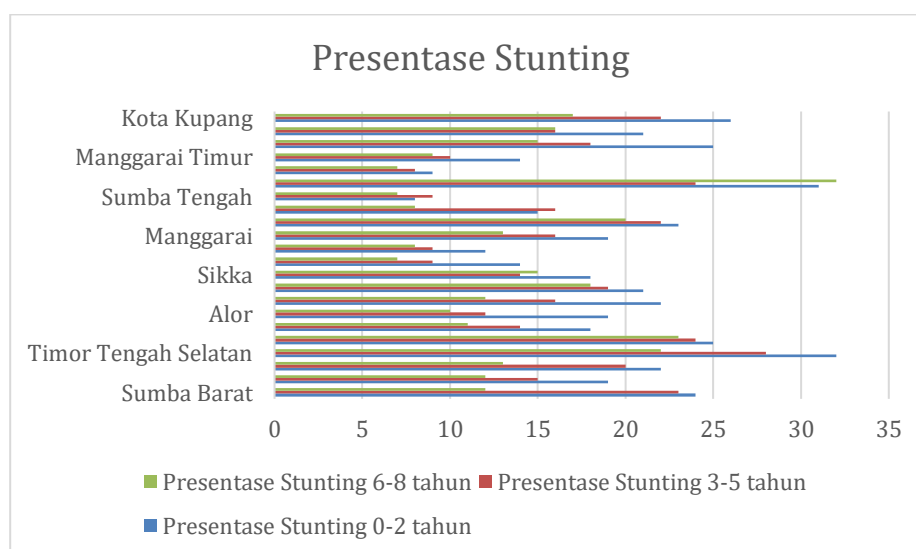
Gambar 2. Hasil Pemetaan Sebaran *Stunting*

Setelah data terhubung, langkah berikutnya adalah mengklasifikasikan data numerik terkait *stunting* ke dalam kategori tertentu. Dengan tingkatan sebagai berikut

1. Tingkat *stunting* rendah: 0% - 10% (warna putih)
2. Tingkat *stunting* sedang: 10% - 20% (warna oranye)
3. Tingkat *stunting* tinggi: > 20% (warna merah)

Seperti pada gambar 2, maka dilihat dari warna merah sebagai daerah yang masih terdampak *stunting*, orange sudah berkurang dan warna putih lebih menurun kerarah normal. Setelah itu Peta sebaran presentasi *stunting* yang terlihat di beberapa Kabupaten di Provinsi Nusa Tenggara Timur, dimana pada warna merah masih ada beberapa kasus baik dari 0 sampai 2 tahun, kemudian 3 sampai 5 tahun dan 6 sampai 8 tahun. Sedangkan yang berwarna orange sudah menurun, dan yang berwarna putih terlihat semakin membaik. simbolisasi berbasis nilai di QGIS untuk memberi warna pada wilayah yang berbeda sesuai dengan kategori yang telah ditentukan. Ini akan memungkinkan pengguna melihat dengan jelas daerah mana yang memiliki tingkat *stunting* tinggi dan mana yang rendah.

Selanjutnya dibuatkan grafik agar dapat mengidentifikasi Hotspot baik yang ada di kabupaten dengan tingkat *stunting* tinggi (merah) dapat segera diprioritaskan untuk program intervensi yang lebih intensif. Sehingga terlihat perbandingan antar kabupaten hal ini memberikan penjelasan baik kepada pemerintah daerah dan stakeholder lainnya dapat melihat perbandingan antar kabupaten dan memahami di mana perbedaan terbesar dalam hal penanganan *stunting*, agar lebih mudah dalam melakukan evaluasi kebijakan. Dengan grafik ini, kebijakan atau program yang telah dilaksanakan dapat dievaluasi berdasarkan apakah daerah dengan *stunting* tinggi menunjukkan perbaikan atau tidak.



Gambar 3. Presentase Sebaran *Stunting* Perkabupaten

Dalam penelitian ini, penggunaan *deep learning* berfokus pada pengolahan dan analisis data spasial serta temporal untuk mendukung pengambilan keputusan terkait stunting di Provinsi Nusa Tenggara Timur. Model-model *deep learning* yang digunakan, termasuk *Convolutional Neural Network* (CNN), *Recurrent Neural Network* (RNN), dan *Long Short-Term Memory* (LSTM), diadaptasi sesuai dengan jenis data yang ada dari tahapan sebelumnya. Dalam penggunaan CNN diterapkan pada data spasial, seperti peta atau citra satelit yang menggambarkan wilayah di Provinsi NTT. Citra ini diproses untuk mengidentifikasi pola spasial yang terkait dengan tingkat stunting. Dengan mengklasifikasikan area berdasarkan faktor-faktor geografis atau infrastruktur yang dapat mempengaruhi stunting, seperti akses ke fasilitas kesehatan atau distribusi gizi. Pada penerapan CNN, kami mengelompokkan data menjadi kategori tertentu, seperti wilayah dengan tingkat stunting rendah, sedang, atau tinggi, yang telah dipetakan menggunakan Quantum GIS (QGIS). Kemudian RNN dan LSTM digunakan untuk menganalisis data deret waktu atau data numerik yang mencatat tren stunting dari waktu ke waktu. Data seperti tingkat *stunting* per tahun, prevalensi gizi buruk, dan faktor-faktor lainnya yang berubah seiring waktu diproses menggunakan model-model ini. Kedua model ini dipilih karena kemampuannya dalam mengolah data yang memiliki urutan waktu, prediksi perkembangan stunting atau tren intervensi kesehatan dalam beberapa tahun ke depan. Dalam hal ini, data numerik digunakan untuk melatih model sehingga dapat memprediksi pola perkembangan stunting di masa depan, memberikan wawasan berbasis data yang dapat digunakan untuk merencanakan intervensi yang lebih tepat.

Tabel 5. Hasil Pengujian dengan Confusion Matrix

<i>Deep Learning</i>	Sensitivity %	Spesitivity %	Accuracy %
CNN	83.21	82.03	83.56
RNN	84.15	83.36	83.28
LSTM	84.79	83.97	83.55

Berdasarkan Tabel 5 terlihat bahwa LSTM lebih baik digunakan dalam penerapan *Deep Learning* dibandingkan dengan CNN ataupun RNN.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan yang telah diuraikan maka kesimpulan yang dapat diambil adalah Sistem pendukung keputusan Spasial ini berhasil dikerjakan dengan mengkombinasikan metode MOORA dan VIKOR sehingga dari hasil tersebut terdapat baik dari 0 sampai 2 tahun, kemudian 3 sampai 5 tahun dan 6 sampai 8 tahun di beberapa daerah Sumba Barat Daya, Timor Tengah Selatan, Timor Tengah Utara, Flores Timur, Malaka, dan Sabu Raijua. Serta hasil spasial berhasil dibuatkan dalam pemetaan dengan 3 preferensi warna baik merah dengan nilai stunting masih cukup tinggi, warna orange dengan stunting sedang dan warna putih dengan stunting rendah. Dan juga hasil pengujian pada *deep learning* dari CNN, RNN, dan LSTM diperoleh nilai rata-rata dari sensitifitas sebesar 84,05 %, Spesitivitas 83,12% dan Akurasi 83,55%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Kamsina, dan R. Khoirudin, "Determinan Kemiskinan di Provinsi Nusa Tenggara Timur, Indonesia", *Jurnal Genesis Indonesia (JGI)* vol. 3, no. 01, pp. 15-24 Januari, 2024, <https://doi.org/10.56741/jgi.v3i01.477>.
- [2] H. Zeng, M.D. Edwards, G. Liu, dan D. K. Gilfford, "Convolutional Neural Network Architectures For Predicting DNA-Protein Binding". *Journal of computational biology*", vol. 21 no. 4, pp. 298-310, Juni, 2016, <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btw255>.
- [3] Krizhevsky, Arifin, I. Sutskever, dan Hinton, G. E. "ImageNet classification with Deep Convolutional Neural Networks". In *Advances in Neural Information Processing Systems* (pp. 1097-1105), 2012.
- [4] W.I.B. Kurniawan dan I.G.P.S. Wijaya, "Pencarian Citra Menggunakan Metode Transformasi Wavelet dan Metrika Histogram Terurut", *Jurnal Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri – Universitas Kristen Petra*, vol. 6, no.1 pp 46-53, Juli, 2019.
- [5] S. A. Bello, Yu, S., Wang, C., Adam, J. M., dan Li, J. Review: "Deep Learning on 3D Point Clouds. Remote Sensing", vol. 12, no. 11, pp. 1-33. Mei, 2020, <https://doi.org/10.3390/rs12111729>.



- [6] A. F. Nurjannah, A. S. D. Kurniasari, Z. Sari, dan Y. Azhar. "Pneumonia Image Classification Using CNN with Max Pooling and Average Pooling". *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, vol. 6, nNo. 2, pp. 330–338. April, 2022, <https://doi.org/10.29207/resti.v6i2.4001>.
- [7] Cahyani, Lutfiah, M. Arif, dan F.Ningsih,. "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Mahasiswa Berprestasi Menggunakan Metode MOORA (Studi Kasus Fakultas Ilmu Pendidikan Universitas Trunojoyo Madura)". In *Jurnal Ilmiah Edutic*, vol. 5, no 2, pp. 108-114, Mei, 2019, <https://doi.org/10.21107/edutic.v5i2.5354>.
- [8] Y. R Kaesmetan, dan M. V. Overbeek, "Digital Image Processing using Texture Features Extraction of Local Seeds in Nekbaun Village with Color Moment, Gray Level Co Occurance Matrix, and k-Nearest Neighbor", *Jurnal Teknik Informatika*, vol. 13, no. 2, pp. 81-84, Desember, 2021, <https://doi.org/10.31937/ti.v13i2.2038>.
- [9] Y. R Kaesmetan, dan M. V. Overbeek, "Ant Colony Optimization for Traveling Tourism Problem on Timor Island East Nusa Tenggara", *Indonesian Journal of Artificial Intelligence and Data Mining (IJAIDM)* Vol 3, No.1, pp. 28 – 35, Maret 2020, <http://dx.doi.org/10.24014/ijaidm.v3i1.9274>.
- [10] Y. Andani, dan A. Kholiq, "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Siswa Terbaik Pada SMK Negeri 1 Tambun Selatan Menggunakan Metode Simple Additive Weighting". *Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik LMIT'S*, vol. 16, no. 2, pp. 35-38, September, 2020.
- [11] K. He, X. Zhang, S Ren, dan J. Sun, "Deep Residual Learning for Image Recognition". In *Proceedings of the IEEE conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, pp. 770-778, 2019.
- [12] A. U. N Muljadi, N. W. Widekso, dan T. W. Atmojo. "Perbandingan Sistem Pendukung Keputusan TOPSIS dengan VIKOR dalam Pemilihan Hubungan Kerjasama Comparison of TOPSIS and VIKOR Decision Support System in Choosing Cooperative Relationship", vol. 21, no 2, pp. 224-236, Mei, 2022, <https://doi.org/10.33633/tc.v21i2.5889>.
- [13] S. Proboningrum, A.Sidauruk."Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Supplier Kain Dengan Metode Moora", *Jurnal Sistem Informasi*, vol. 8, no. 1, pp. 43-48, Maret, 2021, <https://doi.org/10.30656/jsii.v8i1.3073>.
- [14] Yunidar, "Classification of Stunted and Normal Children Using Novel Facial Image Database And Convolutional Neural Network, *Jurnal Radioelectronic and Computer Systems*", vol. 2024, no. 1, pp. 76-86, Februari, 2024, <https://doi.org/10.32620/reks.2024.1.07>.
- [15] Z. Zhang, Y. Yang, X. Xia, D. Lo, X. Ren, dan Grundy, J. "Unveiling the Mystery of API Evolution in Deep Learning Frameworks: A Case Study of Tensorflow 2". *2021 IEEE/ACM 43rd International Conference on Software Engineering: Software Engineering in Practice (ICSE-SEIP)*, pp. 238–247, Mei, 2021 <https://doi.org/10.1109/ICSE-SEIP52600.2021.00033>.
- [16] A. B. M. Safar, dan El-Kharashi, M. W. "A High-Accuracy Implementation for Softmax Layer in Deep Neural Networks". *15th Design & Technology of Integrated Systems in Nanoscale Era (DTIS)*, pp. 1–6. April, 2020, <https://doi.org/10.1109/DTIS48698.2020.9081313>.
- [17] K. He, X. Zhang, S Ren, dan J. Sun. "Deep residual learning for image recognition". In *Proceedings of the IEEE conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, pp. 770-778, 2019.
- [18] R. Yamashita, Nishio, M., Do, R. K. G., dan Togashi, K. *Convolutional Neural Networks An Overview and Application in Radiology. Insights into Imaging*, vol. 9, no.4, pp. 611–629. Juni, 2018 <https://doi.org/10.1007/s13244-018-0639-9>.
- [19] Norhikmah, A. Lutfhi, dan Rumini, "The Effect of Layer Batch Normalization and Droupout of CNN model Performance on Facial Expression Classification". *JOIV : International Journal on Informatics Visualization*, vol. 6, no. 2, pp. 481–488, Agustus, 2022, <https://doi.org/10.30630/joiv.6.2-2.921>.
- [20] J. Yu, A. de Antonio, dan E. Villaaba-Mora, "Deep Learning (CNN, RNN) Applications for Smart Homes: A Systematic Review" *Computers*, vol 11, no. 26, Februari, 2022, <https://doi.org/10.3390/computers11020026>.
- [21] A.A. Ningrum. A.Syarif I, R.Muchtar "Algoritma Deep Learning-LSTM untuk Memprediksi Umur Transformator", *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer* Vol. 8, No.3, Juni 2021, pp 539-548, 2021. <https://doi.org/10.25126/jtiik.2021834587>.
- [22] Danila, I. D. Pawa, A. CHoiruni, A. Wijayanti "Geospatial analysis pada prevalensi stunting di kabupaten Manggarai," *Jurnal Universitas Gadjah Mada*, vol. 34, No. 11, pp 1-4, Mei, 2017. <https://doi.org/10.22146/bkm.40618>.
- [23] M.G.L. Bele, E.M.P. Hermanto, F. Fitriani, *Pemodelan Geographically Weighted Regression pada Kasus Stunting di Provinsi Nusa Tenggara Timur Tahun 2020*, *Jurnal Statistika dan Aplikasinya*, vol. 6, no. 2, pp. 179-191, Desember, 2022, <https://doi.org/10.21009/JSA.06204>.



- [24] S. F. Nashriyah, M. R. Makfu Y. P. Devi, Gambaran Spasial Hubungan Antara Faktor Lingkungan dan Ekonomi dengan Stunting Balita di Provinsi Nusa Tenggara Timur, *Jurnal Spasial Wahan dan Komunikasi*, vol. 23, no. 2, pp. 95-102, Desember, 2023.

