

Pemodelan Indeks Pertahanan Nasional Berbasis *Dynamic System* dan RFAHP

Resti Oktaviani¹, Yanif Dwi Kuntjoro², dan Eltanin Lionel Purba³

¹Universitas Pertahanan RI, restioktaviani729@gmail.com

²Universitas Pertahanan RI, yanifdkuntjoro@gmail.com

³Universitas Pertahanan RI, eltaninlionel@gmail.com

ABSTRAK

Pemodelan Indeks Pertahanan Nasional dilakukan untuk menghasilkan pengukuran yang objektif, terukur, transparan, dan adaptif terhadap dinamika ancaman. Penelitian ini bertujuan mengembangkan model kuantitatif Indeks Pertahanan Nasional berbasis *Dynamic System* dan *Robust Fuzzy Analytical Hierarchy Process*. Pengembangan model ini dilatarbelakangi oleh belum tersedianya alat ukur secara matematis untuk menggambarkan kondisi pertahanan nasional serta mendukung evaluasi kebijakan dan pengambilan keputusan strategis. Metode *Robust Fuzzy Analytical Hierarchy Process* digunakan untuk menentukan ketidakpastian, subjektivitas, dan kompleksitas dalam proses pembobotan multikriteria, sedangkan pendekatan *Dynamic System* digunakan untuk menggambarkan perubahan kondisi pertahanan secara berkelanjutan. Data penelitian diperoleh dari penilaian sekitar 10 responden terhadap lebih dari 150 subkriteria yang diturunkan dari tiga dimensi utama pertahanan, yaitu kedaulatan negara, keutuhan wilayah, dan keselamatan bangsa. Tahapan penelitian meliputi identifikasi kriteria dan subkriteria, penentuan bobot, pengumpulan data pendukung, perhitungan skor, dan agregasi nilai indeks. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model yang dikembangkan mampu menghasilkan ukuran numerik yang lebih representatif, terstruktur, dan aplikatif dalam menilai kondisi pertahanan nasional. Berdasarkan hasil simulasi, diperoleh nilai Indeks Pertahanan Nasional sebesar 0,604531081 yang berada pada kategori sedang. Nilai tersebut menunjukkan bahwa kondisi pertahanan nasional masih memerlukan penguatan pada sejumlah aspek strategis. Dengan demikian, model Indeks Pertahanan Nasional yang dikembangkan dapat digunakan sebagai alat bantu dalam evaluasi kebijakan, perencanaan anggaran, pemetaan kebutuhan personel, serta pengembangan alat utama sistem pertahanan secara lebih terukur dan adaptif.

Kata Kunci: Indeks Pertahanan Nasional, metode RFAHP, pemodelan dinamis

ABSTRACT

The modeling of the National Defense Index is conducted to produce a measurement system that is objective, quantifiable, transparent, and adaptive to the dynamics of emerging threats. This study aims to develop a quantitative National Defense Index model based on a Dynamic System approach and the Robust Fuzzy Analytical Hierarchy Process. The development of this model is motivated by the absence of a mathematically grounded measurement framework capable of representing the condition of national defense while supporting policy evaluation and strategic decision-making. The Robust Fuzzy Analytical Hierarchy Process method is employed to address uncertainty, subjectivity, and complexity in the multi-criteria weighting process, while the Dynamic System approach is utilized to capture the continuous evolution of defense conditions. The research data were obtained from assessments by approximately 10 respondents across more than 150 sub-criteria derived from three primary defense dimensions: national sovereignty, territorial integrity, and national security. The research procedure includes the identification of criteria and sub-criteria, determination of weights, data collection, score calculation, and index aggregation. The results indicate that the proposed model is capable of generating a more representative, structured, and applicable numerical measure for assessing national defense conditions. Based on simulation results, the National Defense Index value is 0.604531081, which falls within the moderate category. This finding suggests that the current national defense condition still requires strengthening in several strategic aspects. Therefore, the developed National Defense Index model can serve as a decision-support tool for policy evaluation, budget planning, personnel needs assessment, and the development of defense systems in a more measurable and adaptive manner.

Keywords: National Defense Index, RFAHP method, dynamic modeling

PENDAHULUAN

Stabilitas keamanan nasional merupakan fondasi utama bagi kedaulatan sebuah negara dikarenakan mencerminkan kemampuan negara dalam menjaga integritas wilayah, melindungi kepentingan nasional, serta menghadapi berbagai ancaman multidimensional (United Nations, 2004). Konsep keamanan tidak lagi terbatas pada aspek militer semata dalam konteks global yang semakin kompleks tetapi juga mencakup dimensi politik, ekonomi, sosial, dan teknologi yang saling terintegrasi (Buzan, 1991). Negara dituntut untuk memiliki sistem pertahanan yang adaptif dan terukur guna menghadapi dinamika ancaman yang bersifat non-linear dan asimetris yang dalam praktiknya muncul dalam bentuk *hybrid warfare*, yaitu kombinasi antara operasi militer konvensional, perang tidak teratur, serangan siber, serta manipulasi informasi yang berlangsung secara simultan dan sulit dideteksi (Weissmann, 2021).

Pengukuran performa pertahanan melalui indeks yang terstruktur di negara berkembang masih menghadapi berbagai kendala seperti keterbatasan sumber daya finansial, kapasitas administratif dalam pengelolaan data, serta prioritas politik yang dinamis (Tkachenko, 2024). Selain itu, belum tersedianya kerangka pengukuran yang komprehensif dan terstandarisasi menyebabkan evaluasi pertahanan cenderung bersifat kualitatif dan kurang akuntabel. Perkembangan lingkungan strategis global menuntut adanya alat ukur yang mampu memberikan gambaran menyeluruh mengenai kesiapan pertahanan suatu negara (Keller, 2026).

Evaluasi kekuatan pertahanan Indonesia masih didominasi oleh pendekatan deskriptif, seperti melalui laporan capaian *Minimum Essential Force* (MEF). Meskipun laporan tersebut memberikan gambaran umum mengenai pembangunan kekuatan pertahanan, namun belum mampu merepresentasikan Indeks Pertahanan Nasional (IPN) secara kuantitatif, transparan, dan terintegrasi (Husein, 2023). Kondisi ini menunjukkan adanya kebutuhan mendesak untuk mengembangkan model pengukuran yang lebih objektif dan berbasis data.

Metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP) yang diperkenalkan oleh Thomas L. Saaty (Saaty, 1993) merupakan salah satu pendekatan metodologis yang digunakan dalam mendukung pengambilan keputusan strategis berbasis multikriteria. Metode ini telah banyak digunakan

dalam bidang pertahanan karena kemampuannya dalam menyusun prioritas berdasarkan kriteria yang kompleks. Namun, AHP konvensional memiliki keterbatasan dalam menangani ketidakpastian dan subjektivitas dalam penilaian pakar. Untuk mengatasi hal tersebut, dikembangkan pendekatan berbasis logika fuzzy, seperti *Synthetic Fuzzy Analytic Hierarchy Process* (SFAHP) (Kuntjoro, 2009).

Di sisi lain, Metode sistem dinamik mampu memodelkan perilaku sistem yang kompleks dan berubah secara temporal melalui hubungan sebab-akibat antar variabel, sehingga memungkinkan analisis interaksi dan umpan balik (*feedback*) dalam suatu sistem secara komprehensif (Stermann, 2000). Namun, integrasi antara metode pembobotan multikriteria yang mampu menangani ketidakpastian, seperti *Rough Fuzzy Analytic Hierarchy Process* (RFAHP) dengan pendekatan sistem dinamik masih relatif terbatas dalam penelitian sebelumnya.

Berdasarkan kondisi tersebut, terdapat dua kesenjangan utama dalam penelitian ini. Pertama, *gap empiris* yaitu belum tersedianya instrumen kuantitatif yang mampu mengukur Indeks Pertahanan Nasional secara komprehensif dan akuntabel. Kedua, *gap metodologis* yaitu belum optimalnya integrasi antara metode pembobotan berbasis ketidakpastian dengan model dinamik yang mampu menggambarkan perubahan sistem pertahanan dari waktu ke waktu.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang model kuantitatif Indeks Pertahanan Nasional (IPN) dengan mengintegrasikan metode *Rough Fuzzy Analytic Hierarchy Process* (RFAHP) dan pendekatan sistem dinamik. Model yang diusulkan diharapkan tidak hanya mampu menghasilkan nilai indeks secara numerik tetapi juga mampu merepresentasikan dinamika perubahan kondisi pertahanan secara adaptif terhadap faktor geopolitik dan anggaran. Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi dua pendekatan tersebut dalam satu kerangka model sehingga diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan instrumen evaluasi strategis bagi Kementerian Pertahanan Republik Indonesia serta lembaga terkait lainnya.

METODE PENELITIAN

Bagian ini menguraikan kerangka kerja sistematis yang digunakan untuk membangun model Indeks Pertahanan Nasional (IPN). Metode

yang digunakan adalah penelitian kuantitatif dengan desain pemodelan matematis. Penelitian ini mengintegrasikan metode *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM) melalui *Robust Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (RFAHP) untuk pembobotan dan simulasi *Dynamic System* untuk proyeksi indeks.

1. Objek dan Sumber Data

Data dalam penelitian ini adalah kriteria dan subkriteria yang memengaruhi IPN. Sumber data berasal dari respons pakar mengenai tingkat kepentingan relatif antar-kriteria tersebut. Sampel penelitian melibatkan 10 responden pakar yang dipilih menggunakan teknik *purposive sampling* yang terdiri dari akademisi Program Studi Matematika Militer Universitas Pertahanan RI, praktisi Kementerian Pertahanan RI serta tenaga ahli dari industri alutsista strategis (PT Pindad, PTDI, PT LEN, dan PT PAL). Justifikasi sampel ini didasarkan pada kemampuan pakar dalam memberikan penilaian mendalam terhadap lebih dari 150 subkriteria yang diturunkan dari dimensi kedaulatan, keutuhan, dan keselamatan.

2. Metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP)

AHP merupakan teori umum mengenai pengukuran yang digunakan untuk menurunkan skala rasio dari perbandingan berpasangan, baik yang bersifat diskrit maupun kontinu. Dalam penelitian ini, AHP mengatasi keterbatasan skala pengukuran konvensional (nominal, ordinal, interval, rasio) dengan membantu mendapatkan skala rasio dari aspek yang sulit diukur secara eksak seperti pendapat atau perasaan pakar pertahanan. Implementasi AHP dimulai dengan penyusunan struktur hierarki yang mencakup tujuan utama, kriteria, dan subkriteria. Melalui matriks perbandingan berpasangan, prioritas dan bobot hubungan relatif antar-elemen kekuatan pertahanan negara dapat ditetapkan secara sistematis.

3. *Robust Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (RFAHP)

Robust Fuzzy Analytical Hierarchy Process (RFAHP) merupakan suatu metode pengambilan keputusan yang mengintegrasikan

konsep *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (FAHP) dengan elemen ketahanan terhadap ketidakpastian. Dalam FAHP, ketidakpastian diperkenalkan melalui konsep *fuzzy logic* sehingga variabel-variabel penilaian untuk memiliki nilai himpunan fuzzy yang mencerminkan tingkat ketidakpastian atau keambiguitasan.

RFAHP menjadikan ketahanan sebagai elemen tambahan untuk mengatasi fluktuasi atau perubahan dalam preferensi atau bobot yang diberikan. Metode ini fokus pada penanganan ketidakpastian untuk memberikan hasil keputusan yang lebih dapat diandalkan dan relevan dalam situasi yang kompleks.

4. Skala Penilaian dan Prosedur Analisis

Indeks Pertahanan Negara (IPN) yang dibuat menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) adalah suatu konsep atau kerangka kerja yang memungkinkan pengukuran dan penilaian terhadap berbagai aspek yang relevan dengan pertahanan suatu negara. AHP membantu dalam menetapkan prioritas, bobot, dan hubungan relatif antara elemen-elemen yang mempengaruhi kekuatan pertahanan negara. Berikut adalah hubungan antara IPN dan pembuatannya menggunakan metode AHP:

1) Identifikasi Kriteria dan Subkriteria

AHP memulai dengan identifikasi kriteria dan subkriteria yang relevan dalam konteks pertahanan negara. Misalnya, kriteria dapat mencakup pertahanan militer, keamanan dalam negeri, ketahanan terhadap bencana, dan perlindungan terhadap ancaman terorisme.

2) Pembobotan Kriteria

AHP memungkinkan para pengambil keputusan untuk memberikan bobot relatif kepada setiap kriteria berdasarkan pentingnya masing-masing dalam konteks pertahanan negara. Pengguna AHP melakukan perbandingan pasangan berpasangan untuk menentukan bobot relatif tersebut.

3) Perbandingan Subkriteria

Selanjutnya, subkriteria diidentifikasi dan diberi bobot relatif berdasarkan perbandingan berpasangan oleh pengambil keputusan. AHP memfasilitasi

proses ini dengan menganalisis preferensi relatif pengambil keputusan terhadap subkriteria.

4) Matriks Perbandingan

AHP menghasilkan matriks perbandingan yang mencerminkan preferensi relatif dan bobot untuk kriteria dan subkriteria. Matriks ini digunakan untuk menghitung skor komposit dan menentukan prioritas.

5) Perhitungan Skor dan Prioritas

Dengan menggunakan metode AHP, skor dan prioritas untuk setiap kriteria dan subkriteria dihitung. Hal ini menciptakan dasar untuk pembentukan IPN, di mana elemen-elemen yang memiliki kontribusi lebih besar terhadap pertahanan negara diberi prioritas yang lebih tinggi.

6) Pembuatan Indeks Pertahanan Negara

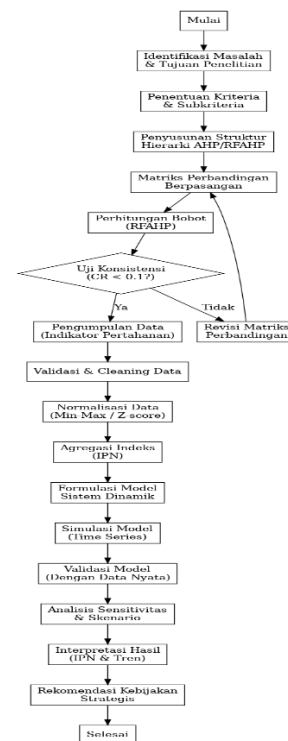
Indeks Pertahanan Negara (IPN) dapat dibuat dengan merangkum hasil perhitungan AHP. IPN ini dapat memberikan representasi numerik dari kekuatan pertahanan negara berdasarkan kriteria dan subkriteria yang telah ditetapkan.

7) Evaluasi dan Pemantauan

IPN yang dibuat menggunakan AHP dapat dievaluasi secara berkala dan diperbarui sesuai dengan perubahan dalam lingkungan keamanan dan prioritas nasional. Pemantauan terus-menerus membantu memastikan bahwa indeks tetap relevan dan responsif terhadap dinamika yang berkembang.

Dengan menggunakan metode AHP, pembuatan Indeks Pertahanan Negara menjadi lebih sistematis dan obyektif. AHP memberikan kerangka kerja yang terstruktur untuk memahami, mengukur, dan mengelola berbagai faktor yang mempengaruhi pertahanan suatu negara.

Dalam penelitian ini terdapat skala SFAHP (Kuntjoro) *methods* untuk KU/SK. Skala SFAHP (Kuntjoro) menggunakan skala genap, untuk meniadakan keragu-raguan atau menghilangkan nilai Tengah, sehingga setiap penilaian dilakukan secara tegas dan jelas.



Gambar 1. Diagram alir penelitian pemodelan Indeks Pertahanan Nasional dengan integrasi metode RFAHP dan sistem dinamik

5. Rancangan Hasil Akhir Penilaian IPN

Sampel 10 subkriteria dari masing-masing kriteria utama (kriteria utama: Kedaulatan Negara, Keutuhan Wilayah, Keselamatan Bangsa)

1) Subkriteria Kedaulatan Negara

Tabel 1. Subkriteria Kedaulatan Negara

Pembangunan sosial dan kesejahteraan
Hubungan dalam negeri, luar negeri dan diplomasi yang baik
Kemampuan untuk memenuhi kebutuhan pangan nasional melalui produksi dalam negeri
Kemampuan mengendalikan ekonomi dalam negeri
Memiliki rasa kepemilikan terhadap ideologi yang tinggi
Memiliki rasa toleransi tinggi ke setiap warga negara yang tinggi
Ketidakberlanjutan teknologi pertahan
Kemampuan mengendalikan ekonomi dalam negeri
Kestabilan hidup umat beragama
Ekspor impor yang terjadi diperbatasan

Sumber: Diolah oleh peneliti (2024)

2) Subkriteria Keutuhan Wilayah

Tabel 2. Subkriteria Keutuhan wilayah

Hubungan antar etnis dan agama
Pendidikan dan kesadaran masyarakat
Penerapan teknologi yang ramah lingkungan
Akses masyarakat terhadap teknologi modern
Stabilitas politik dalam suatu wilayah
Kesejahteraan penduduk wilayah
Lokasi geografis suatu wilayah
Potensi ancaman perbatasan
Kebebasan beragama dan praktik spiritual
Pelestarian warisan budaya

Sumber: Diolah oleh peneliti (2024)

3) Subkriteria Keselamatan Bangsa

Tabel 3. Subkriteria Keselamatan bangsa

Hubungan antar etnis dan agama
Pendidikan dan kesadaran masyarakat
Penerapan teknologi yang ramah lingkungan
Akses masyarakat terhadap teknologi modern
Stabilitas politik dalam suatu wilayah
Kesejahteraan penduduk wilayah
Lokasi geografis suatu wilayah
Potensi ancaman perbatasan
Kebebasan beragama dan praktik spiritual
Pelestarian warisan budaya

Sumber: Diolah oleh peneliti (2024)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada sistem penyusunan Indeks Pertahanan Negara, skala SFAHP memiliki peran penting untuk mengukur tingkat numerik dari indeks pertahanan dengan skala 0,5 – 1,0.

Skala SFAHP(Kuntjoro) menggunakan skala genap, untuk meniadakan keragu-raguan atau menghilangkan nilai tengah, sehingga setiap penilaian dilakukan secara tegas dan jelas. Skala SFAHP sebagai berikut:

**Skala dinamis menggunakan SFAHP Kuntjoro, 2009*

Tiga kriteria yang dimiliki pada rancangan Indeks Pertahanan akan menghasilkan 4 skala interpretasi tingkat Indeks Pertahanan Negara. Skala tersebut meliputi sangat tangguh(ST), tangguh(T), lemah(L), dan sedikit lemah(SL) dengan nilai skala masing-masing yang dimiliki.

Tabel 4. Skala (Numerik) Indeks Pertahanan Nasional (IPN).

Skala (Numerik) Indeks Pertahanan	Keterangan
Sangat Tangguh(ST) 0,877 – 1,0	Pada skala ini, menjelaskan bahwa hasil yang didapat dari perhitungan Indeks Pertahanan dengan metoda yang dimiliki menyimpulkan bahwa Indeks Pertahanan di suatu wilayah/negara sangat baik dan memiliki sistem ketahanan yang sangat tangguh
Tangguh(T) 0,751 – 0,876	Pada skala ini, menjelaskan bahwa hasil yang didapat dari perhitungan Indeks Pertahanan dengan metode yang dimiliki menyimpulkan Indeks Pertahanan di suatu wilayah/negara baik dan memiliki sistem ketahanan yang tangguh
Lemah(L) 0,625 – 0,750	Pada skala ini, menjelaskan bahwa hasil yang didapat dari perhitungan Indeks Pertahanan dengan metoda yang dimiliki menyimpulkan Indeks Pertahanan di suatu wilayah/negara kurang baik serta memiliki sistem ketahanan yang kurang tangguh
Sedikit Lemah(SL) 0,5 – 0,624	Pada skala ini, menjelaskan bahwa hasil yang didapat dari perhitungan Indeks Pertahanan dengan metoda yang dimiliki menyimpulkan Indeks Pertahanan di suatu wilayah/negara kurang baik serta memiliki

	sistem ketahanan yang kurang tangguh yang lebih tinggi dibandingkan dengan skala indeks ketiga
--	--

Sumber: Diolah oleh peneliti (2024), diadaptasi dari Kuntjoro (2009)

1. Perangkingan Subkriteria oleh Narasumber dan Pembobotan

Proses perangkingan ini merupakan tahap penilaian kualitatif narasumber menjadi bobot kuantitatif menggunakan skala genap SFAHP untuk meniadakan ambiguitas nilai tengah. Skor dari seluruh responden diakumulasikan dalam kolom ($\sum R_{ij}$) untuk mencerminkan tingkat kepentingan relatif kolektif setiap subkriteria. Bobot prioritas ($\sum W_i$) kemudian dihitung menggunakan formula normalisasi sebagai berikut:

$$W_i = \frac{\sum R_{ij}}{\sum R}$$

Berdasarkan data pada matriks penelitian, diperoleh hasil bobot akhir (W_i) yang presisi untuk setiap subkriteria, yaitu: 0,410596026, 0,325403311, dan 0,264900662. Nilai desimal ini berfungsi sebagai parameter pengali bagi skor data riil di lapangan untuk menghasilkan skor subkriteria (SSK).

2. Perhitungan Indeks Pertahanan

Tahap ini merupakan proses agregasi akhir untuk menghasilkan nilai numerik tunggal yang merepresentasikan kondisi pertahanan negara. Dalam menghitung Indeks Pertahanan, bersumber dari data yang menggambarkan subkriteria dan dihitung skor dari data yang dimiliki (sumber data: BPS, KEMHAN, DLL).

Tabel 5. Formulasi Perhitungan Indeks Pertahanan Nasional.

Komponen Pengukuran	Rumus	Keterangan
Skor Subkriteria (SSK_i)	$SSK_i = W_i \times N_i$	W_i : Bobot Subkriteria N_i : Skor data riil indikator
Skor Kriteria Utama (SKU_i)	$SKU_i = \sum SSK_j$	Penjumlahan seluruh skor subkriteria dalam satu dimensi utama

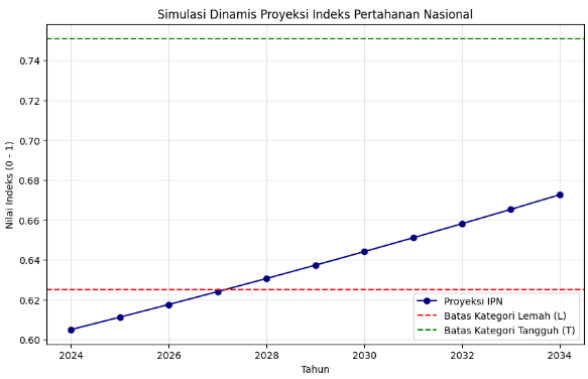
Indeks Pertahanan Nasional (IPN)	$IPN = \frac{\sum_{i=1}^3 W_i \times SKU_i}{SMax_0} \times SMax_1$	$Smax_0$: skala maksimum data sebelumnya $Smax_1$: Skala maksimum target(1)
----------------------------------	--	--

Sumber: Diolah oleh peneliti (2024)

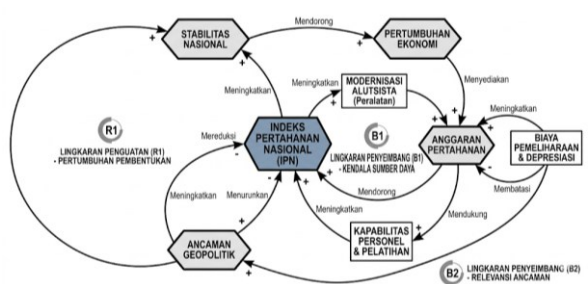
Maka didapat data:

BOBOT	SKOR	BOBOT × SKOR
0,410596026	676,5652706	277,7950118
0,325403311	492,7932549	159,913043
0,264900662	629,7569255	166,8230266
	TOTAL	604,5310814
	INDEKS	0,604531081

Sumber: Diolah oleh peneliti (2024)



Gambar 2. Grafik Proyeksi Dinamis Indeks Pertahanan Nasional (IPN) Tahun 2024–2034



Gambar 3. Causal Loop Diagram (CLD) Dinamika Sistem Indeks Pertahanan Nasional (IPN): Visualisasi Lingkaran Umpan Balik dalam Strategi Pertahanan dan Alokasi Sumber Daya

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil menyusun model kuantitatif Indeks Pertahanan Nasional (IPN) berbasis metode *Robust Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (RFAHP) dan *Dynamic System*. Berdasarkan analisis terhadap tiga dimensi utama yaitu kedaulatan negara, keutuhan wilayah, dan keselamatan bangsa dari model ini menghasilkan skor indeks sebesar 0,604531081. Merujuk pada skala penilaian yang ditetapkan, nilai tersebut menempatkan kondisi pertahanan nasional pada kategori "Sedikit Lemah" (SL).

Hasil Penelitian ini menunjukkan bahwa pembobotan kriteria melalui RFAHP mampu menangani ketidakpastian subjektif dari pakar secara efektif sementara metode *Dynamic System* memberikan gambaran perubahan kondisi pertahanan yang berkelanjutan. Model IPN ini memberikan fondasi matematis yang objektif dan ilmiah bagi pemerintah dan lembaga keamanan dalam merancang strategi pertahanan yang lebih adaptif. Pengembangan lebih lanjut sangat diperlukan dengan memperluas variabel simulasi dan memperbarui data secara berkala guna mencerminkan dinamika ancaman keamanan global dan kemajuan teknologi militer terkini.

DAFTAR PUSTAKA

- Buzan, B. (1991). *People, states and fear: An agenda for international security studies in the post-Cold War era*. Lynne Rienner Publishers.
- Chang, D.-Y. (1996). Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research*, 95(3), 649–655. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(95\)00300-2](https://doi.org/10.1016/0377-2217(95)00300-2)
- Forrester, J. W. (1961). *Industrial dynamics*. MIT Press.
- Greco, S., Ishizaka, A., Tasiou, M., & Torrisi, G. (2019). On the methodological framework of composite indices: A review of the issues of weighting, aggregation, and robustness. *Social Indicators Research*, 141(1), 61–94. <https://doi.org/10.1007/s11205-017-1832-9>
- Husein, F. K. A., Nandita, A. K., Chrisanto, C., & Rachmawati, R. N. (2023). Conceptual model measurement of total people's defence and security system readiness. *Jurnal Pertahanan*. <https://jurnal.idu.ac.id>
- Keller, P., & Kleine-Brockhoff, T. (2026). Measuring what matters: Introducing the national security & resilience index (NSRI). German Council on Foreign Relations (DGAP).
- Kuntjoro, Y. D. (2009). *Metode fuzzy analytic hierarchy process (SFAHP)* (Disertasi doctoral, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Nardo, M., Saisana, M., Saltelli, A., & Tarantola, S. (2005). *Handbook on constructing composite indicators: Methodology and user guide*. OECD. <https://www.oecd.org/std/42495745.pdf>
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2008). *Handbook on constructing composite indicators: Methodology and user guide*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264043466-en>
- Republik Indonesia. (2002). Undang-Undang Nomor 3 Tahun 2002 tentang pertahanan negara. <https://peraturan.bpk.go.id>
- Saaty, T. L. (1980). *The analytic hierarchy process*. McGraw-Hill.
- Saaty, T. L. (1993). *Decision making for leaders: The analytic hierarchy process for decisions in a complex world*. RWS Publications.
- Sterman, J. D. (2000). *Business dynamics: Systems thinking and modeling for a complex world*. McGraw-Hill.
- Tkachenko, V., et al. (2024). Justification of the approach to the optimal selection of performance indicators of the defense sector. *Social Development and Security*. <https://doi.org/10.33445/sds.2024.14.1.5>

United Nations. (2004). A more secure world: Our shared responsibility: Report of the high-level panel on threats, challenges and change. https://www.un.org/en/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/59/565

Weissmann, M. (2021). Conceptualizing and countering hybrid threats and hybrid warfare. <https://www.researchgate.net/publication/349496635>

Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, 8(3), 338–353. [https://doi.org/10.1016/S0019-9958\(65\)90241-8](https://doi.org/10.1016/S0019-9958(65)90241-8)