

ANALISIS PEMILIHAN METODE DROPPING BEKAL MELALUI UDARA DALAM OPERASI KEMANUSIAAN MENGGUNAKAN ANALYTIC HIERARCHY PROCESS DAN ANALISIS SENSITIVITAS

Syalendra Waskitha Jati¹, Khairul Muslim²

Program Studi Administrasi Pertahanan, Akademi Militer, Magelang^{1,2}
swaskithajat@gmail.com¹; serdaduintelel@gmail.com²

* Corresponding Author

Abstrak

Distribusi logistik melalui udara menjadi salah satu alternatif ketika akses darat atau moda distribusi konvensional tidak mampu menjangkau wilayah terdampak bencana maupun konflik. Pemilihan metode dropping merupakan persoalan multikriteria karena kesiapan sarana, kemampuan angkut, dan biaya operasional dapat menghasilkan preferensi yang berbeda. Penelitian ini bertujuan menentukan prioritas antara airdrop dan free drop serta menguji kestabilan keputusan terhadap perubahan bobot kriteria. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif berbasis Analytic Hierarchy Process (AHP). Penilaian diperoleh dari tujuh personel Yonbekang 5/Akaca Rata Yudha melalui kuesioner pairwise comparison dan diintegrasikan menggunakan rata-rata geometrik. Hierarki keputusan terdiri atas kriteria ketersediaan, kapasitas muat, dan biaya operasional. Hasil AHP menghasilkan bobot masing-masing 0,458; 0,447; dan 0,094 dengan Consistency Ratio 0,006. Sintesis global menghasilkan prioritas airdrop sebesar 0,634 dan free drop sebesar 0,366. Analisis sensitivitas satu arah dengan redistribusi proporsional bobot menunjukkan bahwa peringkat airdrop tetap bertahan selama bobot kapasitas muat berada di atas sekitar 0,151, bobot biaya operasional berada di bawah sekitar 0,403, dan bobot ketersediaan belum meningkat hingga sekitar 0,904. Temuan menunjukkan bahwa prioritas airdrop relatif stabil terhadap perubahan moderat preferensi, tetapi dapat berbalik apabila kepentingan biaya meningkat secara substansial atau kepentingan kapasitas muat turun secara tajam. Penelitian ini menunjukkan bahwa AHP dapat digunakan tidak hanya untuk menentukan peringkat alternatif, tetapi juga untuk menjelaskan mekanisme keputusan dan batas perubahan preferensi yang menyebabkan rank reversal.

Kata kunci: Analytic Hierarchy Process; airdrop; free drop; logistik kemanusiaan; analisis sensitivitas; OMSP.

Selection of Airborne Logistics Delivery Methods in Humanitarian Operations Using the Analytic Hierarchy Process and Sensitivity Analysis

Abstract

Airborne logistics delivery provides an operational alternative when disaster- or conflict-affected areas cannot be adequately reached through conventional ground-based distribution. Selecting an appropriate dropping method constitutes a multi-criteria decision problem because equipment availability, payload capability, and operational cost may lead to conflicting preferences. This study aims to determine the priority between airdrop and free drop and to evaluate the stability of the resulting decision under changes in criterion importance. A quantitative descriptive approach based on the Analytic Hierarchy Process (AHP) was employed. Pairwise-comparison judgments were obtained from seven personnel of Yonbekang 5/Akaca Rata Yudha and aggregated using the geometric mean. The decision hierarchy consisted of availability, payload capacity, and operational cost. AHP produced criterion weights of 0.458, 0.447, and 0.094, respectively, with a Consistency Ratio of 0.006. The global synthesis generated priorities of 0.634 for airdrop and 0.366 for free drop. One-way sensitivity analysis with proportional redistribution of the remaining criteria showed that airdrop retained its priority while payload-capacity weight remained above approximately 0.151, operational-cost weight remained below approximately 0.403, and availability weight remained below approximately 0.904. These findings indicate that the airdrop priority is relatively stable under moderate preference changes but may reverse when operational cost becomes substantially more important or payload capacity becomes considerably less important. The study demonstrates that AHP can support not only alternative ranking but also the identification of decision mechanisms and preference thresholds associated with rank reversal.

Keywords: Analytic Hierarchy Process; Airdrop; Free Drop; Humanitarian Logistics; Sensitivity Analysis; Military Operations Other Than War.

PENDAHULUAN

Logistik kemanusiaan berperan penting dalam penanganan bencana, konflik, dan keadaan darurat karena efektivitas respons sangat dipengaruhi oleh kemampuan menyalurkan bantuan kepada masyarakat terdampak secara tepat waktu. Berbeda dengan rantai pasok komersial, operasi kemanusiaan berlangsung dalam lingkungan yang ditandai ketidakpastian kebutuhan, gangguan infrastruktur, keterbatasan sumber daya, perubahan akses, dan tekanan waktu. Van Wassenhove (2006) menempatkan logistik sebagai unsur penting yang menghubungkan kesiapsiagaan dan respons, sedangkan Kovács dan Spens (2007) menekankan karakter khusus distribusi bantuan yang berorientasi pada kebutuhan kemanusiaan.

Perkembangan penelitian menunjukkan bahwa keputusan humanitarian logistics semakin banyak diperlakukan sebagai persoalan multiobjektif dan multikriteria. Alturki dan Lee (2024) menunjukkan bahwa penggunaan Multi-Criteria Decision Making (MCDM) berkembang karena praktisi harus menghadapi metrik yang saling berkonflik. Rodríguez-Espíndola et al. (2023) juga menekankan pentingnya keterlibatan pengambil keputusan agar model optimasi lebih dekat dengan kebutuhan implementasi lapangan. Dalam konteks jaringan bantuan, Sheikholeslami dan Zarrinpoor (2023) memperlihatkan trade-off antara biaya dan cakupan layanan di bawah ketidakpastian.

Permasalahan menjadi lebih kompleks ketika jalur darat, jembatan, atau moda distribusi konvensional tidak dapat digunakan. Distribusi melalui udara kemudian dapat menjadi salah satu opsi untuk menjangkau wilayah yang sulit diakses. Penelitian ini membandingkan dua metode, yaitu airdrop menggunakan payung udara dan free drop, yaitu penjatuhan bekal tanpa payung udara dari ketinggian relatif rendah. Kedua metode mempunyai karakteristik yang berbeda dari sisi kesiapan sarana, kapasitas muat, dan biaya operasional.

Dalam konteks Indonesia, dukungan kemanusiaan relevan dengan tugas Operasi Militer Selain Perang (OMSP). Undang-Undang Nomor 3 Tahun 2025 yang mengubah Undang-Undang Nomor 34 Tahun 2004 tentang Tentara Nasional Indonesia tetap mencantumkan tugas membantu menanggulangi akibat bencana alam, pengungsian, dan pemberian bantuan kemanusiaan. Konteks tersebut menempatkan kesiapan logistik dan kemampuan distribusi sebagai bagian penting dari dukungan operasi.

Dalam literatur pertahanan, logistik tidak hanya dipahami sebagai aktivitas distribusi, tetapi sebagai sistem yang membentuk kesiapan dan keberlanjutan operasi. Ekström, Hilletoft, dan Skoglund (2020) menunjukkan perlunya diferensiasi desain rantai pasok pertahanan sesuai karakter kebutuhan operasi. Bury (2021) menekankan perubahan karakter logistik militer modern, sedangkan Serrano et al. (2023) memperlihatkan evolusi military logistics menuju sistem yang semakin terintegrasi dan adaptif. Perspektif tersebut memperkuat pentingnya metode keputusan yang mampu menghubungkan tuntutan misi dengan keterbatasan sumber daya.

Pemilihan metode dropping tidak dapat ditentukan hanya berdasarkan satu indikator. Free drop dapat memiliki keuntungan biaya, tetapi belum tentu menawarkan kemampuan angkut yang sama. Sebaliknya, airdrop dapat membutuhkan sarana tambahan namun mempunyai karakteristik payload yang berbeda. Karena itu, persoalan ini merupakan multi-criteria decision problem yang memerlukan pendekatan terstruktur.

Analytic Hierarchy Process (AHP) memungkinkan persoalan kompleks diuraikan menjadi tujuan, kriteria, dan alternatif, kemudian dinilai melalui pairwise comparison. Metode ini juga menyediakan pengujian konsistensi melalui Consistency Ratio. AHP telah banyak digunakan dalam pengambilan keputusan multikriteria, tetapi hasil rankingnya tetap dipengaruhi oleh bobot kriteria. Oleh sebab itu, sensitivity analysis diperlukan untuk mengetahui apakah suatu keputusan stabil terhadap perubahan preferensi (Chen & Kocaoglu, 2008; Ivanco et al., 2017).

Penelitian-penelitian humanitarian logistics telah membahas optimasi jaringan, lokasi pusat distribusi, uncertainty, dan berbagai model multikriteria (Rodríguez-Espíndola et al., 2023; Taouktsis & Zikopoulos, 2024). Namun, penelitian ini menangani masalah yang lebih spesifik, yaitu trade-off antara ketersediaan, kapasitas muat, dan biaya operasional dalam pemilihan airdrop dan free drop serta kestabilan ranking ketika bobot kriteria berubah. Dengan demikian, kebaruan artikel terletak pada

integrasi AHP dengan critical-threshold sensitivity analysis untuk menjelaskan bukan hanya alternatif yang lebih diprioritaskan, tetapi juga mekanisme dan batas perubahan keputusan.

Penelitian bertujuan menentukan bobot kriteria, membandingkan bobot lokal kedua alternatif, memperoleh prioritas global, serta mengidentifikasi switching point pada masing-masing kriteria. Hasil diharapkan dapat menjadi dasar pengembangan decision-support framework yang lebih adaptif terhadap kondisi operasi.

METODE

Desain, Lokasi, dan Responden

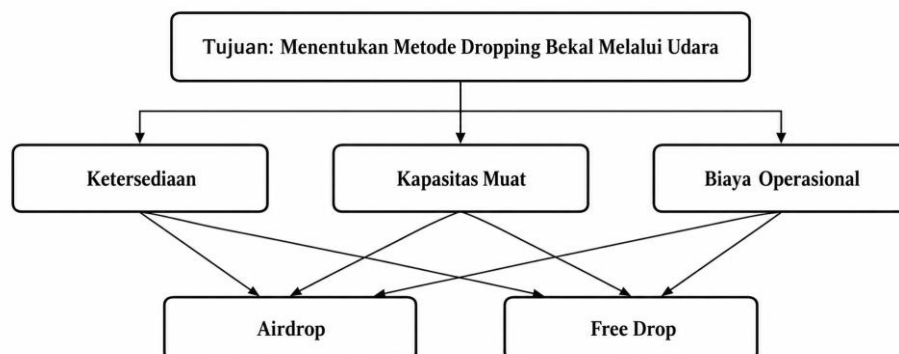
Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan AHP sebagai metode pengambilan keputusan multikriteria. Pengumpulan data dilaksanakan pada Yonbekang 5/Akaca Rata Yudha, Kramat Jati, Jakarta Timur. Konteks Gaza pada Tugas Akhir diperlakukan sebagai latar operasional, sedangkan locus empiris penelitian adalah Yonbekang 5/ARY.

Kuesioner AHP diisi oleh tujuh personel Yonbekang 5/ARY yang dipilih secara purposive berdasarkan keterkaitannya dengan kegiatan dropping. Untuk keperluan artikel, identitas responden tidak ditampilkan. Profil jabatan, masa pengalaman, serta pengalaman operasi perlu dilengkapi oleh penulis sebelum submission apabila tersedia pada data primer.

Struktur Hierarki dan Instrumen

Hierarki penelitian terdiri atas tujuan menentukan metode dropping bekal melalui udara, tiga kriteria berupa ketersediaan, kapasitas muat, dan biaya operasional, serta dua alternatif berupa airdrop dan free drop. Responden memberikan judgment menggunakan skala fundamental Saaty 1-9. Jawaban individual dikonversi ke bentuk reciprocal dan diagregasi menggunakan geometric mean.

Gambar
Struktur
AHP
Tabel 1.



1.
hierarki
penelitian
Matriks

Perbandingan Berpasangan Kriteria

Kriteria	Ketersediaan	Kapasitas Muat	Biaya Operasional
Ketersediaan	1,000	1,119	4,630
Kapasitas Muat	0,894	1,000	5,195
Biaya Operasional	0,224	0,192	1,000

Normalisasi, Prioritas, dan Konsistensi

Bobot prioritas diperoleh dengan menormalisasi setiap kolom matriks dan menghitung rata-rata setiap baris. Konsistensi matriks diperiksa melalui Consistency Index (CI) dan Consistency Ratio (CR), dengan matriks diterima apabila $CR \leq 0,10$. Perhitungan menghasilkan $\lambda_{max} = 3,007$, $CI = 0,003$, dan $CR = 0,006$ sehingga matriks agregat kriteria memenuhi batas konsistensi AHP.

Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas pada artikel ini merupakan analisis tambahan yang dihitung dari bobot AHP hasil penelitian. One-way proportional sensitivity analysis dilakukan dengan mengubah satu bobot kriteria pada satu waktu, sedangkan dua bobot lainnya disesuaikan secara proporsional agar jumlah bobot tetap satu dan rasio relatif kedua bobot yang tidak diuji tetap dipertahankan. Switching point ditetapkan ketika skor global airdrop sama dengan skor free drop.

Skor global alternatif dihitung menggunakan fungsi aditif $P_i = \sum(w_j p_{ij})$, dengan w_j sebagai bobot kriteria dan p_{ij} sebagai bobot lokal alternatif. Analisis ini mengukur robustness ranking terhadap perubahan preferensi, bukan probabilitas keberhasilan fisik suatu metode di lapangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Prioritas Kriteria

Tabel 2. Bobot Prioritas Kriteria

Kriteria	Bobot	Persentase	Urutan
Ketersediaan	0,458	45,8%	1
Kapasitas Muat	0,447	44,7%	2
Biaya Operasional	0,094	9,4%	3

Ketersediaan memperoleh bobot tertinggi sebesar 0,458, diikuti kapasitas muat 0,447 dan biaya operasional 0,094. Selisih ketersediaan dan kapasitas muat hanya 0,011. Secara gabungan keduanya membentuk sekitar 90,5% bobot keputusan. Struktur ini menunjukkan bahwa judgment responden lebih menekankan operational capability daripada orientasi cost minimization. Namun, bobot biaya yang lebih rendah tidak berarti biaya tidak penting; hasil hanya menunjukkan kepentingan relatifnya lebih rendah dalam konfigurasi penelitian ini.

Bobot Lokal Airdrop dan Free Drop

Tabel 3. Bobot Lokal Alternatif

Alternatif	Ketersediaan	Kapasitas Muat	Biaya Operasional
Airdrop	0,471	0,883	0,242
Free Drop	0,529	0,117	0,758

Free drop memperoleh bobot lokal lebih tinggi pada ketersediaan dan biaya operasional, sedangkan airdrop sangat dominan pada kapasitas muat. Selisih local priority pada kapasitas muat mencapai 0,766, jauh lebih besar daripada selisih pada ketersediaan sebesar 0,058. Hasil ini menunjukkan bahwa tidak ada alternatif yang unggul pada semua kriteria; ranking akhir ditentukan oleh interaksi antara importance of criterion dan local performance.

Sintesis Prioritas dan Mekanisme Keputusan

Tabel 4. Dekomposisi Prioritas Global

Komponen	Airdrop	Free Drop
Ketersediaan	0,216	0,242
Kapasitas Muat	0,395	0,053
Biaya Operasional	0,023	0,071
Prioritas Total	0,634	0,366

Sintesis global menghasilkan prioritas 0,634 untuk airdrop dan 0,366 untuk free drop, dengan margin 0,268. Dekomposisi menunjukkan bahwa airdrop sebenarnya mempunyai kontribusi lebih rendah pada ketersediaan (-0,026 terhadap free drop) dan biaya (-0,048), tetapi memperoleh keunggulan +0,342 pada kapasitas muat. Dengan demikian, keunggulan global airdrop secara efektif dijelaskan oleh kombinasi antara tingginya bobot kapasitas muat dan kuatnya local preference terhadap airdrop pada kriteria tersebut.

Temuan tersebut memiliki implikasi metodologis penting. Ranking tidak ditentukan oleh jumlah kriteria yang dimenangkan. Free drop unggul pada dua kriteria, tetapi airdrop tetap memperoleh prioritas global karena intensitas keunggulannya pada kapasitas muat terjadi pada kriteria dengan bobot sangat tinggi. Prinsip ini konsisten dengan karakter additive multi-criteria model pada AHP.

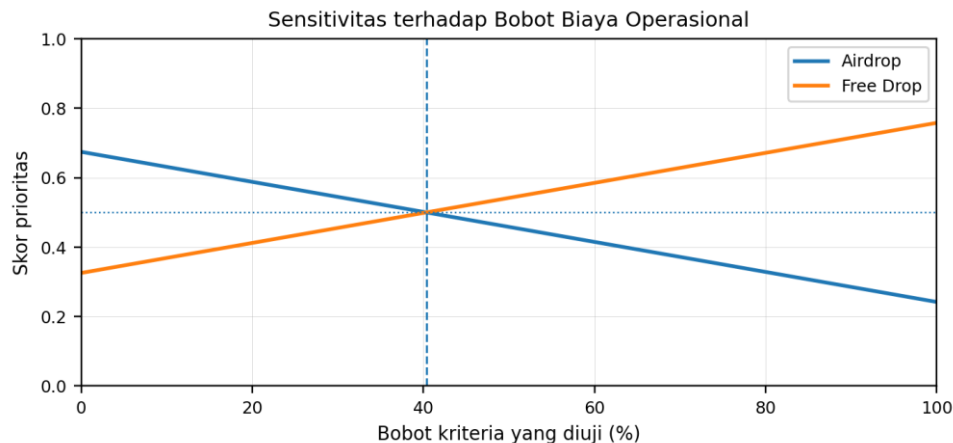
Sensitivitas terhadap Biaya Operasional

Tabel 5. Sensitivitas Bobot Biaya Operasional

Bobot Biaya	Airdrop	Free Drop	Prioritas
9,4%	0,634	0,366	Airdrop
20%	0,588	0,412	Airdrop
30%	0,545	0,455	Airdrop
40%	0,502	0,498	Airdrop

40,35%	0,500	0,500	Switching point
45%	0,480	0,520	Free Drop

Gambar



2.

Sensitivitas prioritas terhadap bobot biaya operasional

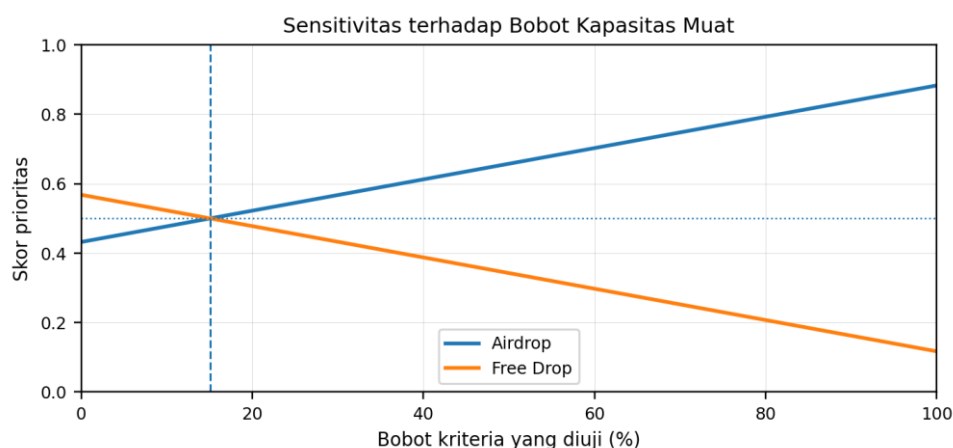
Peringkat berubah ketika bobot biaya mencapai sekitar 0,4035. Dengan demikian, kepentingan biaya harus meningkat dari sekitar 9,4% menjadi lebih dari 40% sebelum free drop mengambil alih. Hal ini menunjukkan bahwa hasil baseline relatif tidak sensitif terhadap peningkatan moderat orientasi biaya.

Sensitivitas terhadap Kapasitas Muat

Tabel 6. Sensitivitas Bobot Kapasitas Muat

Bobot Kapasitas	Airdrop	Free Drop	Prioritas
44,7%	0,634	0,366	Airdrop
30%	0,567	0,433	Airdrop
20%	0,522	0,478	Airdrop
15,08%	0,500	0,500	Switching point
10%	0,477	0,523	Free Drop

Gambar



3.

Sensitivitas prioritas terhadap bobot kapasitas muat

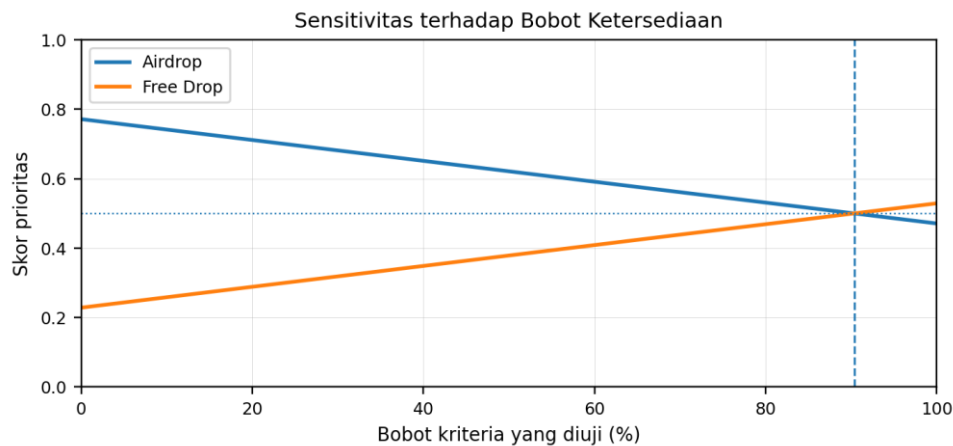
Switching point terjadi ketika bobot kapasitas turun menjadi sekitar 0,1508. Artinya, kapasitas dapat berkurang hampir 30 poin persentase dari baseline sebelum ranking berbalik. Hasil ini sekaligus mengonfirmasi bahwa kapasitas muat merupakan driver utama keputusan: ketika kepentingan kapasitas turun tajam, keunggulan utama airdrop ikut menghilang.

Sensitivitas terhadap Ketersediaan

Tabel 7. Sensitivitas Bobot Ketersediaan

Bobot Ketersediaan	Airdrop	Free Drop	Prioritas
45,8%	0,634	0,366	Airdrop
60%	0,591	0,409	Airdrop
80%	0,531	0,469	Airdrop
90%	0,502	0,498	Airdrop
90,35%	0,500	0,500	Switching point
92%	0,495	0,505	Free Drop

Gambar



4.

Sensitivitas prioritas terhadap bobot ketersediaan

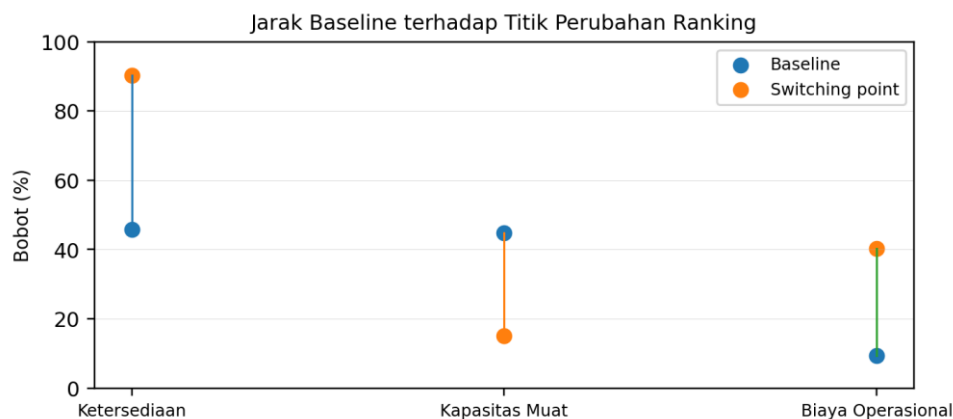
Peringkat baru berubah ketika ketersediaan mendekati 90,35% dari total bobot. Hal ini menunjukkan bahwa keunggulan kecil free drop pada kriteria ketersediaan tidak cukup membalik ranking kecuali kriteria tersebut menjadi hampir dominan secara tunggal.

Peta Robustness dan Decision Boundary

Tabel 8. Critical Switching Point

Kriteria	Baseline	Switching Point	Free Drop menjadi prioritas jika
Ketersediaan	45,8%	90,35%	> 90,35%
Kapasitas Muat	44,7%	15,08%	< 15,08%
Biaya Operasional	9,4%	40,35%	> 40,35%

Gambar
baseline



5. Jarak

terhadap switching point

Secara keseluruhan, prioritas airdrop dapat dinyatakan relatively robust under moderate criterion-weight changes. Istilah relatively penting karena analisis hanya mengubah satu bobot pada satu waktu. Robustness yang dimaksud merupakan ketahanan ranking AHP, bukan robustness performa fisik airdrop. Analisis yang lebih kuat di masa mendatang dapat menggunakan simultaneous multi-parameter

sensitivity, Monte Carlo simulation, bootstrap judgment, atau variasi local priorities (Chen & Kocaoglu, 2008; Ivanco et al., 2017).

Pembahasan Komparatif dengan Literatur

Hasil penelitian memperkuat temuan bahwa keputusan humanitarian logistics jarang dapat diwakili oleh satu sasaran tunggal. Alturki dan Lee (2024) menunjukkan dominasi pendekatan multikriteria karena operasi bantuan harus menyeimbangkan ukuran efektivitas yang saling berkonflik. Dalam artikel ini, konflik tersebut terlihat secara konkret antara cost advantage free drop dan payload-capability advantage airdrop. Temuan tersebut memperlihatkan bahwa alternatif yang lebih ekonomis tidak selalu menjadi prioritas ketika misi memberi bobot lebih besar pada kemampuan distribusi.

Keterlibatan personel praktisi sebagai sumber judgment juga mempunyai relevansi dengan temuan Rodríguez-Espíndola et al. (2023) yang menyoroti masih terbatasnya keterlibatan decision maker dalam model optimasi kemanusiaan. Namun, penggunaan expert judgment perlu disertai dokumentasi kompetensi responden agar bobot yang dihasilkan dapat ditelusuri. Oleh karena itu, penguatan profil responden merupakan prioritas sebelum artikel diajukan ke jurnal.

Sensitivity analysis menambah informasi yang tidak tersedia apabila AHP berhenti pada ranking. Chen dan Kocaoglu (2008) serta Ivanco et al. (2017) menegaskan pentingnya mengidentifikasi elemen yang paling memengaruhi hasil keputusan. Pada penelitian ini, batas perubahan memperlihatkan bahwa kapasitas muat adalah elemen paling strategis bagi airdrop, sementara biaya merupakan jalur utama yang dapat membuat free drop menjadi prioritas. Dengan demikian, keputusan dapat diterjemahkan menjadi kondisi operasional, bukan sekadar urutan alternatif.

Dari perspektif logistik pertahanan, hasil penelitian juga konsisten dengan kebutuhan diferensiasi dukungan berdasarkan konteks misi. Ekström et al. (2020) menunjukkan bahwa desain supply chain pertahanan tidak seharusnya diperlakukan seragam, sedangkan Serrano et al. (2023) menekankan perubahan lingkungan operasi yang menuntut sistem logistik adaptif. Oleh karena itu, decision boundary dalam artikel ini lebih tepat dipahami sebagai perangkat untuk menyesuaikan pilihan metode terhadap kondisi operasi, bukan sebagai standar tunggal yang berlaku permanen.

Kontribusi Ilmiah dan Pengembangan Model

Kontribusi pertama artikel adalah dekomposisi mekanisme prioritas. Skor global 0,634 tidak diperlakukan sebagai angka akhir yang berdiri sendiri, tetapi diuraikan menjadi kontribusi tiap kriteria. Pendekatan ini memperjelas bahwa keunggulan airdrop bukan akibat dominasi pada seluruh dimensi, melainkan akibat interaksi antara bobot kapasitas yang tinggi dan bobot lokal airdrop yang sangat kuat pada dimensi tersebut.

Kontribusi kedua adalah pembentukan decision boundary. Switching point memungkinkan hasil AHP diterjemahkan menjadi batas praktis: keputusan berubah ketika biaya menjadi sangat dominan, kapasitas kehilangan kepentingan strategis, atau ketersediaan menjadi hampir satu-satunya pertimbangan. Kerangka ini dapat menjadi dasar pengembangan sistem pendukung keputusan berbasis skenario yang memperbarui bobot sesuai karakteristik misi.

Implikasi bagi Operasi Kemanusiaan dan OMSP

Hasil penelitian menunjukkan bahwa airdrop lebih tepat diposisikan sebagai baseline priority pada konfigurasi preferensi yang menempatkan kapasitas muat sebagai kebutuhan penting, bukan sebagai metode yang selalu lebih baik pada seluruh situasi. Free drop tetap relevan ketika orientasi biaya meningkat secara kuat, ketika karakter muatan tidak membutuhkan kapasitas besar, atau ketika keterbatasan sarana mengubah struktur prioritas.

Dalam perspektif manajerial, kesiapan albekud, payung udara barang, sistem pengepakan, sarana angkut, dan kemampuan personel perlu dipertahankan apabila satuan ingin menjaga keunggulan kapasitas airdrop. Pada saat yang sama, biaya operasional harus tetap dicatat sebagai decision variable karena sensitivity analysis menunjukkan bahwa orientasi cost-dominant dapat mengubah pilihan.

Model ini juga dapat dikembangkan menjadi decision-support tool sederhana. Perencana dapat memasukkan bobot berdasarkan konteks operasi, memperoleh ranking alternatif, dan memeriksa jaraknya dari switching point sebelum membuat keputusan akhir. Dengan demikian, AHP berfungsi sebagai alat bantu yang melengkapi, bukan menggantikan, judgment komandan dan perencana.

Keterbatasan Penelitian

Penelitian memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, jumlah responden hanya tujuh orang dari satu satuan sehingga hasil tidak dapat digeneralisasikan langsung kepada seluruh operasi TNI. Kedua, profil pengalaman responden belum terdokumentasi dalam artikel ini secara memadai. Ketiga, model hanya menggunakan tiga kriteria dan belum memasukkan keselamatan, cuaca, akurasi titik jatuh, waktu respons, risiko kerusakan, jenis muatan, karakteristik pesawat, maupun kondisi drop zone. Keempat, local priorities terutama berasal dari expert judgment dan belum diuji menggunakan eksperimen lapangan terkontrol. Kelima, sensitivity analysis masih bersifat one-way deterministic. Keterbatasan tersebut menjadi agenda penelitian lanjutan sekaligus batas interpretasi hasil.

SIMPULAN

Pemilihan metode dropping bekal melalui udara merupakan keputusan multikriteria. Hasil AHP memberikan bobot 0,458 pada ketersediaan, 0,447 pada kapasitas muat, dan 0,094 pada biaya operasional. Matriks kriteria memenuhi konsistensi dengan CR sebesar 0,006.

Pada tingkat lokal, free drop lebih tinggi pada ketersediaan dan biaya operasional, sedangkan airdrop sangat dominan pada kapasitas muat. Sintesis menghasilkan prioritas global 0,634 untuk airdrop dan 0,366 untuk free drop. Dekomposisi menunjukkan bahwa margin keunggulan airdrop terutama berasal dari kontribusi kapasitas muat sebesar 0,395, dibandingkan 0,053 pada free drop.

Analisis sensitivitas menunjukkan bahwa rank reversal baru terjadi ketika bobot biaya meningkat hingga sekitar 40,35%, bobot kapasitas muat turun hingga sekitar 15,08%, atau bobot ketersediaan meningkat hingga sekitar 90,35%. Dengan demikian, ranking baseline relatif robust terhadap perubahan moderat bobot, tetapi tetap bersifat kontekstual. Kontribusi utama artikel adalah mengubah keluaran penelitian dari sekadar ranking menjadi decision boundary yang menjelaskan mengapa suatu alternatif unggul dan pada kondisi preferensi apa keputusan dapat berubah.

DAFTAR PUSTAKA

- Alturki, I., & Lee, S. (2024). A systematic survey of multicriteria models in humanitarian logistics. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 102, 104209. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2023.104209>
- Beamon, B. M., & Balcik, B. (2008). Performance measurement in humanitarian relief chains. *International Journal of Public Sector Management*, 21(1), 4-25.
- Chen, H., & Kocaoglu, D. F. (2008). A sensitivity analysis algorithm for hierarchical decision models. *European Journal of Operational Research*, 185(1), 266-288. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.12.029>
- Ishizaka, A., & Labib, A. (2011). Review of the main developments in the Analytic Hierarchy Process. *Expert Systems with Applications*, 38(11), 14336-14345. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.04.143>
- Ivanco, M., Hou, G., & Michaeli, J. (2017). Sensitivity analysis method to address user disparities in the analytic hierarchy process. *Expert Systems with Applications*, 90, 111-126. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2017.08.003>
- Kovács, G., & Spens, K. M. (2007). Humanitarian logistics in disaster relief operations. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 37(2), 99-114.
- Bury, P. (2021). Conceptualising the quiet revolution: The post-Fordist revolution in western military logistics. *European Security*, 30(1), 112-136. <https://doi.org/10.1080/09662839.2020.1796650>
- Ekström, T., Hilletoft, P., & Skoglund, P. (2020). Differentiation strategies for defence supply chain design. *Journal of Defense Analytics and Logistics*, 4(2), 183-202. <https://doi.org/10.1108/JDAL-06-2020-0011>
- Republik Indonesia. (2025). Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 2025 tentang Perubahan atas Undang-Undang Nomor 34 Tahun 2004 tentang Tentara Nasional Indonesia.
- Serrano, A., Kalenatic, D., López, C., & Montoya-Torres, J. R. (2023). Evolution of military logistics. *Logistics*, 7(2), 22. <https://doi.org/10.3390/logistics7020022>

- Rodríguez-Espíndola, O., Ahmadi, H., Gastélum-Chavira, D., Ahumada-Valenzuela, O., Chowdhury, S., Dey, P. K., & Albores, P. (2023). Humanitarian logistics optimization models: An investigation of decision-maker involvement and directions to promote implementation. *Socio-Economic Planning Sciences*, 89, 101669. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2023.101669>
- Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill.
- Saaty, T. L. (2008). Decision making with the Analytic Hierarchy Process. *International Journal of Services Sciences*, 1(1), 83-98.
- Sheikholeslami, M., & Zarrinpoor, N. (2023). Designing an integrated humanitarian logistics network for the preparedness and response phases under uncertainty. *Socio-Economic Planning Sciences*, 86, 101496. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2022.101496>
- Taouktsis, X., & Zikopoulos, C. (2024). A decision-making tool for the determination of the distribution center location in a humanitarian logistics network. *Expert Systems with Applications*, 238, 122010. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.122010>
- Vaidya, O. S., & Kumar, S. (2006). Analytic Hierarchy Process: An overview of applications. *European Journal of Operational Research*, 169(1), 1-29.
- Van Wassenhove, L. N. (2006). Humanitarian aid logistics: Supply chain management in high gear. *Journal of the Operational Research Society*, 57(5), 475-489.