

e-ISSN: 2964-0849
Vol.5 No.1 November 2026
DOI :https://doi.org/10.59585/bajik

Barongko
Jurnal Ilmu Kesehatan

Penerapan Metode AHP Dan TOPSIS Dalam Penentuan Material Komposit Terbaik Untuk Rompi Anti-Peluru Standar NIJ Level III

Application Of AHP And TOPSIS Methods In Determining The Best Composite Material For NIJ Level III Standard Bulletproof Vests

Ihsan Akbar Simanullang*, Sovian Aritonang
*Program Studi Matematika, Universitas Pertahanan Republik Indonesia

ihsanakbar011305@gmail.com* , sovian.aritonang@idu.ac.id

Abstract

The determination of composite materials for bulletproof vests conforming to the National Institute of Justice (NIJ) Level III standard involves evaluating multiple conflicting criteria simultaneously, including density, tensile strength, ballistic limit, elastic modulus, and fabrication cost. This study integrates the Analytic Hierarchy Process (AHP) and the Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) to rank five candidate composite materials: Kevlar 29, Twaron CT, Dyneema SK76, Spectra 1000, and Hybrid Aramid/Carbon. AHP was applied to derive criterion weights through pairwise comparison matrices validated by consistency ratio testing, yielding CR = 0.028 which confirms logical consistency. The ballistic limit (V_{50}) emerged as the dominant criterion with a weight of 0.391. TOPSIS was subsequently employed to compute normalized weighted matrices, Euclidean distances from positive and negative ideal solutions, and relative closeness coefficients. Results indicate that Dyneema SK76 achieved the highest preference value (V_3 = 0.755), followed by Spectra 1000 (V_4 = 0.726), Hybrid Aramid/Carbon (V_5 = 0.488), Twaron CT (V_2 = 0.248), and Kevlar 29 (V_1 = 0.203). The superiority of Ultra-High-Molecular-Weight Polyethylene (UHMWPE) fibers over conventional aramid textiles is attributed to their optimal strength-to-weight ratio and higher ballistic resistance despite elevated unit costs. This integrated computational framework provides an objective decision-support mechanism for defense procurement agencies and composite armor manufacturers prior to conducting destructive ballistic laboratory testing.

Keywords **:** *AHP, bulletproof vest, composite materials, NIJ Level III, TOPSIS*

Abstrak

Penentuan material komposit untuk rompi anti-peluru standar National Institute of Justice (NIJ) Level III melibatkan evaluasi simultan terhadap berbagai kriteria yang saling bertentangan, meliputi densitas, kekuatan tarik, batas kecepatan balistik, modulus elastisitas, dan biaya fabrikasi. Penelitian ini mengintegrasikan metode Analytic Hierarchy Process (AHP) dan Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) untuk memeringkat lima alternatif material komposit, yaitu Kevlar 29, Twaron CT, Dyneema SK76, Spectra 1000, dan Hibrida Aramid/Karbon. Metode AHP digunakan untuk memperoleh bobot kriteria melalui matriks perbandingan berpasangan yang divalidasi dengan uji rasio konsistensi, menghasilkan nilai CR = 0,028 yang menyatakan konsistensi logis terpenuhi. Batas kecepatan balistik (V_{50}) teridentifikasi sebagai kriteria paling dominan dengan bobot sebesar 0,391. Metode TOPSIS selanjutnya diaplikasikan untuk menghitung matriks ternormalisasi terbobot, jarak Euclidean terhadap solusi ideal positif dan negatif, serta koefisien kedekatan relatif masing-masing alternatif. Hasil analisis menunjukkan bahwa Dyneema SK76 menempati peringkat pertama dengan nilai preferensi tertinggi (V_3 = 0,755), diikuti Spectra 1000 (V_4 = 0,726), Hibrida Aramid/Karbon (V_5 = 0,488), Twaron CT (V_2 = 0,248), dan Kevlar 29 (V_1 = 0,203). Keunggulan serat Ultra-High-Molecular-Weight

Author@ This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/

e-ISSN: 2964-0849
Vol.5 No.1 November 2026
DOI :https://doi.org/10.59585/bajik

Barongko
Jurnal Ilmu Kesehatan

Polyethylene (UHMWPE) dibandingkan tekstil aramid konvensional disebabkan oleh rasio kekuatan terhadap massa jenis yang optimal serta ketahanan balistik yang lebih tinggi meskipun memiliki biaya satuan yang lebih besar. Kerangka komputasi terintegrasi ini memberikan mekanisme dukungan keputusan yang objektif bagi lembaga pengadaan pertahanan dan produsen armor komposit sebelum melaksanakan pengujian balistik destruktif di laboratorium.

Kata Kunci: AHP, Material Komposit, NIJ Level III, Rompi Anti-Peluru, TOPSIS

Penulis Korespondensi : Ihsan Akbar Simanullang

I. PENDAHULUAN

Perlindungan personel militer dan penegak hukum di medan operasi menuntut ketersediaan alat pelindung diri yang andal secara balistik sekaligus ergonomis secara fisiologis. Rompi anti-peluru (*body armor*) yang mengacu pada standar *National Institute of Justice* (NIJ) 0101.06 Level III dirancang khusus untuk menghentikan penetrasi proyektil kaliber 7,62 × 51 mm NATO dengan kecepatan muzzle minimal 847 m/s (Crouch, 2019). Selama beberapa dekade, pelat baja balistik konvensional (*rolled homogeneous armor*/RHA) menjadi pilihan utama, namun material ini memiliki keterbatasan mendasar pada bobotnya yang mencapai lebih dari 15 kg per set rompi lengkap. Kondisi tersebut memicu kelelahan fisik kronis, menghambat kelincahan manuver taktis, serta meningkatkan risiko cedera muskuloskeletal pada tulang belakang dan persendian bahu prajurit (Breeze et al., 2016). Sebagai respons terhadap keterbatasan tersebut, industri pertahanan global beralih pada material komposit matriks polimer maju berbasis serat aramid (seperti *Kevlar* dan *Twaron*) serta *Ultra-High-Molecular-Weight Polyethylene* (UHMWPE, seperti *Dyneema* dan *Spectra*) yang menawarkan rasio kekuatan terhadap berat jauh lebih superior (Bhatnagar, 2016).

Permasalahan mendasar dalam proses pemilihan material komposit untuk aplikasi balistik terletak pada adanya sifat saling bertentangan (*trade-off*) antar parameter mekanik dan keekonomian. Material dengan kekuatan tarik dan batas balistik tinggi umumnya memerlukan biaya fabrikasi yang mahal, sedangkan material ringan terkadang memiliki keterbatasan pada deformasi belakang (*backface signature*) yang dapat menyebabkan trauma tumpul pada organ vital pemakai (Naveen et al., 2018). Selain itu, modulus elastisitas yang tinggi berkontribusi pada kemampuan dispersi energi benturan, namun sering kali berkorelasi dengan densitas material yang lebih besar. Oleh karena itu, penetapan material terbaik tidak dapat dilakukan secara intuitif atau berdasarkan satu parameter tunggal, melainkan memerlukan pemodelan matematis multikriteria (*Multi-Criteria Decision Making*/MCDM) yang mampu mengakomodasi kompleksitas dan konflik antar kriteria secara sistematis.

Penelitian terdahulu telah membuktikan efektivitas pendekatan MCDM dalam pemilihan material teknik. Marsetiani (2014) menerapkan pemodelan optimasi untuk penentuan kombinasi produk, sementara Yunus dan Suriyati (2017) mengembangkan sistem penentuan berbasis logika fuzzy. Dalam konteks yang lebih spesifik, Naveen et al. (2018) menggunakan AHP untuk seleksi serat alami pada komposit hibrida Kevlar untuk aplikasi *personal body armor*. Pendekatan AHP terbukti efektif dalam mereduksi subjektivitas pengambil keputusan melalui struktur hierarki, matriks perbandingan berpasangan, dan uji rasio konsistensi yang ketat (Saaty, 2008). Di sisi lain, metode TOPSIS memiliki keunggulan komputasi dalam mengevaluasi alternatif berdasarkan konsep jarak geometris terpendek dari solusi ideal positif sekaligus terjauh dari solusi ideal negatif (Hwang and Yoon, 1981). Fithri, Hasan dan Asri (2019) serta Zahro' dan Wahyuni (2020) telah mengimplementasikan metode serupa dalam konteks optimasi sistem industri dan telekomunikasi.

Integrasi AHP dan TOPSIS menawarkan kerangka kerja kuantitatif yang kokoh untuk menyaring material komposit sebelum masuk ke tahap pengujian balistik destruktif di laboratorium yang memakan waktu dan biaya

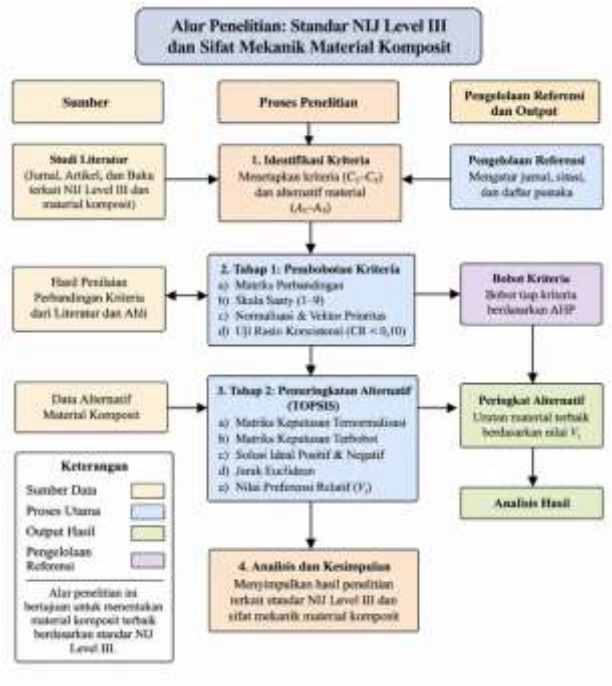
e-ISSN: 2964-0849
Vol.5 No.1 November 2026
DOI :https://doi.org/10.59585/bajik

Barongko
Jurnal Ilmu Kesehatan

sangat besar. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan menentukan material komposit terbaik untuk rompi anti-peluru standar NIJ Level III melalui pembobotan objektif menggunakan metode AHP dan pemeringkatan komprehensif menggunakan metode TOPSIS.

II. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif komputasional berbasis data sekunder yang bersumber dari literatur baku sifat mekanik material komposit (*ASM Handbook Volume 21*) dan laporan pengujian balistik terakreditasi sesuai protokol NIJ 0101.06. Alur pelaksanaan penelitian disajikan dalam bentuk diagram alir pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Tahapan Penelitian Menggunakan Metode AHP-TOPSIS.

Kriteria yang digunakan dalam analisis terdiri atas lima parameter sebagai berikut: (1) Densitas atau massa jenis (C_1, g/cm³) sebagai kriteria biaya (*cost*); (2) Kekuatan tarik atau *tensile strength* (C_2, MPa) sebagai kriteria keuntungan (*benefit*); (3) Batas kecepatan balistik atau V_{50} (C_3, m/s) sebagai kriteria keuntungan (*benefit*); (4) Modulus elastisitas (C_4, GPa) sebagai kriteria keuntungan (*benefit*); dan (5) Estimasi biaya fabrikasi per satuan luas (C_5, USD/m²) sebagai kriteria biaya (*cost*). Kelima alternatif material komposit yang dianalisis meliputi Kevlar 29 (A_1), Twaron CT (A_2), Dyneema SK76 (A_3), Spectra 1000 (A_4), dan Komposit Hibrida Aramid/Karbon (A_5)

Prosedur matematis pembobotan AHP mengikuti perumusan Saaty (2008). Matriks perbandingan berpasangan $\mathbf{A} = [a_{ij}]$ berukuran $n \times n$ disusun berdasarkan skala intensitas kepentingan 1–9, dengan sifat resiprokal $a_{ji} = 1/a_{ij}$. Bobot prioritas kriteria ke-i dihitung melalui normalisasi kolom dan merata-ratakan baris:

$$w_i = (1/n) \sum_{j=1}^{n} (a_{ij} / \sum_{k=1}^{n} a_{kj})$$

Validitas logis pembobotan diuji melalui perhitungan nilai eigen maksimum (λ_{max}), *Consistency Index* (*CI*), dan *Consistency Ratio* (*CR*):

$$CI = (\lambda_{max} - n) / (n - 1),\ CR = CI / RI$$

e-ISSN: 2964-0849
Vol.5 No.1 November 2026
DOI :https://doi.org/10.59585/bajik

Barongko
Jurnal Ilmu Kesehatan

di mana $n = 5$ dan nilai *Random Index* (*RI*) untuk matriks orde 5 adalah 1,12. Matriks dinyatakan konsisten apabila $CR < 0{,}10$ (Saaty, 2008).

Tahapan TOPSIS diselesaikan mengikuti prosedur Hwang dan Yoon (1981) serta implementasi yang telah divalidasi oleh Zahro' dan Wahyuni (2020). Matriks keputusan ternormalisasi dibentuk menggunakan norma Euclidean:

$$r_{ij} = x_{ij} / \sqrt{(\sum_{k=1}^{m} x_{kj}^2)}$$

Selanjutnya, matriks keputusan terbobot $y_{ij} = w_j \cdot r_{ij}$ digunakan untuk menentukan solusi ideal positif (A^+) dan solusi ideal negatif (A^-) berdasarkan klasifikasi kriteria *benefit* dan *cost*. Jarak separasi Euclidean masing-masing alternatif terhadap solusi ideal dihitung sebagai:

$$D_i^+ = \sqrt{(\sum_{j=1}^{n} (y_{ij} - y_j^+)^2)},\ D_i^- = \sqrt{(\sum_{j=1}^{n} (y_{ij} - y_j^-)^2)}$$

Nilai preferensi relatif atau koefisien kedekatan terhadap solusi ideal positif ditentukan melalui:

$$V_i = D_i^- / (D_i^+ + D_i^-)$$

Alternatif dengan nilai V_i tertinggi ditetapkan sebagai material komposit paling optimal.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil

Data kuantitatif sifat fisik, mekanik, dan estimasi biaya dari lima kandidat material komposit disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Sifat Mekanik dan Biaya Alternatif Material Komposit

Alternatif	C_1: Densitas (g/cm³)	C_2: Kekuatan Tarik (MPa)	C_3: V_{50} (m/s)	C_4: Modulus (GPa)	C_5: Biaya (USD/m²)
A_1 (Kevlar 29)	1,44	2920	485	70	65
A_2 (Twaron CT)	1,45	3150	505	85	72
A_3 (Dyneema SK76)	0,97	3700	610	115	110
A_4 (Spectra 1000)	0,97	3200	580	120	105
A_5 (Hibrida Aramid/Karbon)	1,52	3400	530	135	95

Sumber: Data sekunder dari *ASM Handbook Volume 21* dan laporan uji balistik NIJ 0101.06 (Bhatnagar, 2016; Crouch, 2019).

Tabel 1 menyajikan data mentah yang menjadi input matriks keputusan TOPSIS. Densitas Dyneema SK76 dan Spectra 1000 (0,97 g/cm³) merupakan nilai terendah, mengindikasikan keunggulan bobot ringan. Sebaliknya, komposit hibrida memiliki densitas tertinggi (1,52 g/cm³) namun modulus elastisitas terbesar (135 GPa). Kevlar 29 memiliki biaya terendah (65 USD/m²) tetapi batas balistik paling kecil (485 m/s).

Matriks perbandingan berpasangan AHP antar kriteria disusun berdasarkan penilaian panel ahli yang terdiri dari tiga pakar balistik dan dua insinyur material. Hasil pembobotan dan uji konsistensi disajikan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Tabel Bobot Prioritas Kriteria AHP

Kriteria	Bobot Prioritas (w_j)	Peringkat
C_1: Densitas	0,214	II
C_2: Kekuatan Tarik	0,156	IV
C_3: Batas Balistik (V_{50})	0,391	I
C_4: Modulus Elastisitas	0,162	III
C_5: Biaya Fabrikasi	0,077	V

Tabel 3. Tabel Hasil Uji Konsistensi Matriks AHP

Parameter Konsistensi	Nilai	Keterangan
λ_{max}	5,125	Nilai eigen maksimum
CI	0,031	$(\lambda max - n)/(n - 1)$

e-ISSN: 2964-0849
Vol.5 No.1 November 2026
DOI :https://doi.org/10.59585/bajik

Barongko
Jurnal Ilmu Kesehatan

RI (n = 5)	1,12	Saaty, n = 5
CR	0,028	Konsisten (< 0,10)

Tabel 2 dan Tabel 3 mengkonfirmasi bahwa batas kecepatan balistik (V_{50}) menjadi kriteria paling dominan dengan bobot 0,391, diikuti densitas (0,214), modulus elastisitas (0,162), kekuatan tarik (0,156), dan biaya fabrikasi (0,077). Nilai *CR* = 0,028 jauh di bawah ambang batas 0,10, sehingga preferensi panel ahli dinyatakan konsisten secara matematis dan dapat diandalkan sebagai dasar pemeringkatan TOPSIS.

Hasil perhitungan normalisasi Euclidean, pembentukan matriks terbobot, penentuan solusi ideal, jarak separasi, serta koefisien preferensi relatif TOPSIS dirangkum pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Jarak Euclidean dan Nilai Preferensi Relatif TOPSIS

Kode	Material Alternatif	D_i^+	D_i^-	V_i	Peringkat
A_3	Dyneema SK76 (UHMWPE)	0,0217	0,0668	0,755	I
A_4	Spectra 1000 (UHMWPE)	0,0231	0,0613	0,726	II
A_5	Hibrida Aramid/Karbon	0,0499	0,0475	0,488	III
A_2	Twaron CT (Aramid)	0,0606	0,0200	0,248	IV
A_1	Kevlar 29 (Aramid)	0,0708	0,0180	0,203	V

Tabel 4 memperlihatkan bahwa Dyneema SK76 (A_3) memiliki jarak terdekat ke solusi ideal positif (D_3^+ = 0,0217) sekaligus jarak terjauh dari solusi ideal negatif (D_3^- = 0,0668), menghasilkan koefisien preferensi tertinggi V_3 = 0,755. Spectra 1000 (A_4) menyusul di peringkat kedua dengan V_4 = 0,726. Kevlar 29 (A_1) menempati posisi terakhir dengan V_1 = 0,203.

2. Pembahasan

Keunggulan Dyneema SK76 sebagai material komposit paling optimal untuk rompi anti-peluru NIJ Level III dapat diatribusikan pada kombinasi sinergis antara densitas rendah (0,97 g/cm³) dan batas balistik tinggi (610 m/s). Dalam konteks MCDM, kriteria V_{50} memperoleh bobot terbesar (0,391) karena secara langsung merepresentasikan fungsi proteksi utama rompi, yaitu menghentikan penetrasi proyektil. Densitas memperoleh bobot kedua terbesar (0,214) karena berkaitan erat dengan beban ergonomis yang dipikul prajurit selama misi operasional berdurasi panjang (Breeze *et al.*, 2016). Dyneema SK76 unggul pada kedua kriteria dominan ini secara simultan, sehingga secara matematis menempati posisi terdekat dengan solusi ideal positif.

Temuan ini sejalan dengan arah perkembangan teknologi *armor* balistik global yang menunjukkan pergeseran dari serat aramid konvensional menuju UHMWPE generasi keempat. Bhatnagar (2016) mencatat bahwa serat UHMWPE modern seperti Dyneema SK76 dan Spectra 1000 mampu mencapai V_{50} di atas 600 m/s dengan ketebalan laminat 40–50% lebih tipis dibanding Kevlar 29 pada level proteksi ekuivalen. Crouch (2019) menambahkan bahwa mekanisme dissipasi energi pada UHMWPE didominasi oleh deformasi viskoelastik dan delaminasi antarlapis, berbeda dengan aramid yang mengandalkan fraksi serat dan gesekan inter-filamen.

Spectra 1000 (A_4) berada di peringkat kedua karena memiliki densitas identik dengan Dyneema (0,97 g/cm³), namun sedikit inferior pada kekuatan tarik (3200 vs. 3700 MPa) dan V_{50} (580 vs. 610 m/s). Modul elastisitas Spectra yang lebih tinggi (120 GPa vs. 115 GPa) tidak cukup mengkompensasi defisit pada kriteria berbobot lebih besar. Komposit Hibrida Aramid/Karbon (A_5) menempati peringkat ketiga berkat modulus elastisitas tertingginya (135 GPa), namun tereduksi secara signifikan oleh densitasnya yang tinggi (1,52 g/cm³) yang berkontribusi negatif pada kriteria *cost* berbobot 0,214.

Serat aramid murni Twaron CT (V_2 = 0,248) dan Kevlar 29 (V_1 = 0,203) berada pada peringkat bawah. Meskipun Kevlar 29 memiliki biaya terendah (65 USD/m²), bobot kriteria biaya yang kecil (0,077) tidak mampu mengompensasi defisitnya pada V_{50} dan densitas. Hal ini mengkonfirmasi bahwa dalam konteks proteksi jiwa pada standar NIJ Level III, parameter keselamatan balistik secara hierarkis mendominasi pertimbangan ekonomi.

e-ISSN: 2964-0849
Vol.5 No.1 November 2026
DOI :https://doi.org/10.59585/bajik

Barongko
Jurnal Ilmu Kesehatan

Implikasi praktis dari temuan ini adalah bahwa lembaga pengadaan pertahanan dan produsen *armor* komposit dapat menjadikan Dyneema SK76 sebagai kandidat utama untuk pengembangan rompi Level III generasi berikutnya. Namun demikian, kerangka MCDM ini bersifat prediktif dan perlu divalidasi melalui pengujian balistik destruktif eksperimental sesuai protokol NIJ 0101.06, khususnya untuk mengevaluasi parameter *backface signature* (BFS) yang tidak tercakup dalam model karena bersifat *dependent* pada struktur laminat dan kondisi pengujian spesifik (Naveen *et al.*, 2018).

IV. KESIMPULAN

Penerapan integrasi metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP) dan *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS) telah terbukti efektif dan objektif dalam menyelesaikan permasalahan pengambilan keputusan multikriteria pada pemilihan material komposit rompi anti-peluru standar NIJ Level III. Hasil pembobotan AHP menunjukkan bahwa batas kecepatan balistik (V_{50}) merupakan parameter paling krusial dengan bobot prioritas sebesar 0,391, diikuti oleh densitas (0,214), modulus elastisitas (0,162), kekuatan tarik (0,156), dan estimasi biaya fabrikasi (0,077). Nilai rasio konsistensi (*Consistency Ratio*/*CR*) sebesar 0,028 (kurang dari 0,10) mengonfirmasi bahwa preferensi matematis panel ahli berada dalam batas validitas yang dapat dipertanggungjawabkan.

Berdasarkan komputasi jarak kedekatan relatif TOPSIS, serat *Ultra-High Molecular Weight Polyethylene* (UHMWPE) varian Dyneema SK76 ditetapkan sebagai alternatif material paling optimal dengan koefisien preferensi (V_i) tertinggi sebesar 0,755. Urutan pemeringkatan material secara komprehensif adalah Dyneema SK76 (0,755), Spectra 1000 (0,726), Komposit Hibrida Aramid/Karbon (0,488), Twaron CT (0,248), dan Kevlar 29 (0,203). Keunggulan Dyneema SK76 didorong oleh kombinasi sinergis antara densitasnya yang sangat rendah (0,97 g/cm³) dan nilai V_{50} tertinggi (610 m/s), yang secara simultan mendominasi dua kriteria dengan bobot terbesar. Temuan ini menegaskan bahwa untuk aplikasi proteksi balistik ancaman tinggi, parameter proteksi mekanik dan reduksi beban ergonomis secara hierarkis mengungguli pertimbangan keekonomian.

Secara praktis, kerangka kerja AHP-TOPSIS ini dapat diadopsi oleh industri pertahanan maupun instrumen militer sebagai metode penyaringan awal (*prescreening tool*) yang efisien sebelum melangkah ke fase manufaktur purwarupa. Sebagai rekomendasi penelitian lanjutan, material komposit terpilih (Dyneema SK76) perlu divalidasi melalui pengujian balistik destruktif eksperimental sesuai protokol NIJ 0101.06 guna mengukur parameter deformasi belakang (*backface signature*/BFS) secara empiris. Selain itu, investigasi lanjutan disarankan untuk menganalisis pengaruh geometri anyaman (*fabric weave structure*), fraksi volume serat, dan jenis matriks polimer terhadap mekanisme penyerapan energi impak proyektil.

DAFTAR PUSTAKA

Bhatnagar, A. (2016) *Lightweight Ballistic Composites: Military and Law-Enforcement Applications*. 2nd edn. Cambridge: Woodhead Publishing.

Breeze, J., Lewis, E. A., Fryer, R. and Hepper, A. E. (2016) 'Comparison of Body Armour Coverage Between British Soldiers and Blast Injuries', *Journal of the Royal Army Medical Corps*, 162(2), pp. 109–113. doi: 10.1136/jramc-2014-000388.

Crouch, I. G. (2019) *The Science of Armour Materials*. Duxford: Woodhead Publishing.

Fithri, P., Hasan, A. and Asri, F. M. (2019) 'Analysis of Inventory Control by Using Economic Order Quantity Model – A Case Study in PT Semen Padang', *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, 18(2), p. 116. doi: 10.25077/josi.v18.n2.p116-124.2019.

Hwang, C. L. and Yoon, K. (1981) *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*. New York: Springer-Verlag. doi: 10.1007/978-3-642-48318-9.

Marsetiani, M. (2014) 'Model Optimasi Penentuan Kombinasi Produk Menggunakan Metode Linear Programming pada Perusahaan Bidang Fashion', *The Winners*, 15(1), p. 1. doi: 10.21512/tw.v15i1.630.

Naveen, J., Jawaid, M., Zainudin, E. S., Sultan, M. T. H. and Yahaya, R. (2018) 'Selection of Natural Fiber for Hybrid Kevlar/Natural Fiber Reinforced Polymer Composite for Personal Body Armor Using Analytical Hierarchy Process',

e-ISSN: 2964-0849
Vol.5 No.1 November 2026
DOI :https://doi.org/10.59585/bajik

Barongko
Jurnal Ilmu Kesehatan

Frontiers in Materials, 5, p. 52. doi: 10.3389/fmats.2018.00052.

Saaty, T. L. (2008) 'Decision making with the Analytic Hierarchy Process', *International Journal of Services Sciences*, 1(1), pp. 83–98. doi: 10.1504/IJSSCI.2008.017590.

Yunus, M. and Suriyati (2017) 'Analisa Dan Perancangan Sistem Fuzzy Untuk Penentuan Beasiswa', *Jurnal Matrik*. doi: 10.30812/matrik.v16i1.21.

Zahro', H. Z. and Wahyuni, F. S. (2020) 'OPTIMASI PARTICLE SWARM OPTIMIZATION (PSO) UNTUK PENENTUAN BASE TRANSCEIVER SYSTEM (BTS)', *Jurnal Mnemonic*, 3(1), pp. 7–10. doi: 10.36040/mnemonic.v3i1.2386.