

**SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PEMILIHAN SEPATU LARI SUPER
SHOES MENGGUNAKAN METODE SWARA (Stepwise Weight Assessment
Ratio Analysis)**

Nama_1 (Ferdi Dwi Ilhamsyah Putra¹), Nama_2 (Muhammad Naufal Al
Munawar²), Nama_3 (Roy Mahendra Sianturi³), Nama_4 (Yuyun Dwi Lestari⁴)
Institusi / lembaga Penulis (²Teknik Informatika FTK Universitas Harapan Medan)

Alamat e-mail : (¹ferdyjuli07@gmail.com),

Alamat e-mail : (²naufalalmunawar6@gmail.com),

Alamat e-mail : (³Roy11mahendra@gmail.com),

Alamat e-mail : (⁴yuyun.dl@gmail.com).

ABSTRACT

The rapid evolution of running shoe technology, particularly within the category of carbon-plated "super shoes," has radically transformed the athletic footwear market. Modern retailers like Super Shoes face a complex Multi-Criteria Decision Making (MCDM) challenge when offering objective, personalized recommendations to customers with diverse athletic profiles and financial constraints. Traditional sales recommendations provided by staff are often highly subjective, intuitive, and prone to sales-target bias; this creates a risk of financial loss for consumers due to poor product choices (sunk costs) and increases the likelihood of musculoskeletal biomechanical injuries among runners. This study proposes a Decision Support System (DSS) framework utilizing the Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis (SWARA) method to generate criteria weightings that are structured, dynamic, and mathematically consistent. The model evaluates three elite-tier flagship running shoe variants as alternatives: the Nike Alphafly 3, Adidas Adizero Adios Pro 4, and ASICS Metaspeed Sky Paris. The evaluation process is based on five comprehensive criteria: Price (C1), Cushioning Comfort (C2), Shoe Weight (C3), Outsole Durability (C4), and Energy Return Responsiveness (C5). Computational results demonstrate that the SWARA method effectively minimizes expert cognitive fatigue during the preference extraction process and successfully avoids the consistency error issues associated with pairwise comparison matrices in conventional AHP models. By integrating a simple additive normalization technique, the system successfully ranks alternatives according to the specific priorities of runners. This confirms that a SWARA-based DSS provides an adaptive, efficient, and transparent decision-making tool suitable for implementation in the high-end sports retail business environment.

Keywords : *Decision Support System, SWARA, Super Shoes*

ABSTRAK

Pesatnya evolusi teknologi sepatu lari, khususnya pada kategori carbon-plated "super shoes", telah mentransformasi pasar alas kaki atletik secara radikal. Toko ritel modern seperti Super Shoes menghadapi dilema pengambilan keputusan multi-kriteria (Multi-Criteria Decision Making / MCDM) yang kompleks dalam memberikan rekomendasi yang objektif dan terpersonalisasi kepada pelanggan

yang memiliki variasi profil atletik serta batasan finansial. Rekomendasi penjualan tradisional oleh pramuniaga sering kali bersifat sangat subjektif, intuitif, dan rentan terhadap bias target penjualan, yang berisiko meningkatkan kerugian finansial konsumen akibat salah pilih produk (sunk cost) serta mempertinggi risiko cedera biomekanika muskuloskeletal pada pelari. Penelitian ini mengusulkan sebuah kerangka kerja Sistem Pendukung Keputusan (SPK) menggunakan metode Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis (SWARA) untuk menghasilkan pembobotan kriteria yang terstruktur, dinamis, dan konsisten secara matematis. Model ini mengevaluasi tiga varian sepatu lari flagship kelas elit sebagai alternatif, yaitu: Nike Alphafly 3, Adidas Adizero Adios Pro 4, dan ASICS Metaspeed Sky Paris. Proses evaluasi didasarkan pada lima kriteria komprehensif meliputi: Harga (C_1), Kenyamanan Bantalan (C_2), Bobot Massa Sepatu (C_3), Durabilitas Outsole (C_4), dan Responsivitas Pengembalian Energi (C_5). Hasil komputasi menunjukkan bahwa metode SWARA secara efektif meminimalkan kelelahan kognitif pakar selama proses ekstraksi preferensi, serta berhasil menghindari kendala kesalahan konsistensi matriks perbandingan berpasangan yang umum ditemukan pada model AHP konvensional. Dengan mengintegrasikan teknik normalisasi aditif sederhana, sistem berhasil melakukan pemeringkatan alternatif sesuai dengan prioritas spesifik pelari. Hal ini membuktikan bahwa SPK berbasis SWARA mampu menyediakan instrumen pengambilan keputusan yang adaptif, efisien, dan transparan untuk diimplementasikan pada lingkungan bisnis ritel olahraga kelas atas.

Kata Kunci : Sistem Pendukung Keputusan, SWARA, *Super Shoes*

A. Pendahuluan

Dalam satu dekade terakhir, olahraga lari telah mengalami transformasi paradigma yang masif, bergeser dari sekadar aktivitas rekreasi kasual menjadi sebuah fenomena gaya hidup kompetitif global dan domestik (*running boom*). Lonjakan partisipasi masyarakat dalam berbagai ajang kompetisi lari jarak jauh, seperti maraton dan *half-maraton*, menuntut adanya dukungan optimal dari sisi *sport science*, khususnya pada aspek peralatan dan perlengkapan atletik. Manifestasi paling radikal dari integrasi ilmu pengetahuan dan industri olahraga ini tercermin pada evolusi struktur dan arsitektur alas kaki lari, yang kini memasuki era kategori *super shoes*.

Super shoes didefinisikan sebagai lini sepatu lari berperforma tinggi yang menggabungkan komponen material

canggih untuk memanipulasi serta mengoptimalkan biomekanika kaki pelari. Komponen inti dari teknologi ini bersandar pada dua elemen krusial: penggunaan bantalan busa (*midsole foam*) berbasis senyawa polimer mutakhir—seperti *Polyether Block Amide* (PEBA) yang memiliki kerapatan rendah namun tingkat pengembalian energi (*high energy return*) yang sangat tinggi, serta penanaman selebar plat serat karbon (*carbon-fiber plate*) melengkung secara internal di sepanjang sol sepatu. Kombinasi mekanis ini tidak hanya berfungsi sebagai peredam kejutan (*shock absorption*) saat kaki menghantam permukaan trek (*heel strike* atau *midfoot strike*), melainkan juga bertindak sebagai tuas pengungkit mekanis yang memfasilitasi fase dorongan (*propulsive toe-off phase*) yang eksplosif. Melalui mekanisme ini, efisiensi konsumsi oksigen pelari

(*running economy*) dapat ditingkatkan secara signifikan, yang pada akhirnya berdampak langsung pada pemangkasan catatan waktu personal (*personal best*).

Perkembangan teknologi *super shoes* yang masif ini memicu persaingan ketat di antara para produsen raksasa global, seperti Nike, Adidas, dan ASICS. Setiap jenama berlomba-lomba merilis varian *flagship* terbaik mereka dengan klaim spesifikasi di atas kertas yang seluruhnya tampak unggul dan menjanjikan kelebihan performa yang mutakhir. Bagi sebuah toko ritel modern khusus perlengkapan lari seperti **Super Shoes**, fenomena kelimpahan pilihan (*overchoice*) ini memicu sebuah tantangan operasional yang kompleks pada level interaksi konsumen.

Di satu sisi, konsumen yang datang ke toko Super Shoes memiliki profil, kebutuhan, karakteristik fisik, gaya lari (*running gait*), serta kapasitas finansial yang sangat bervariasi. Terdapat pelari maraton berpengalaman yang memprioritaskan tingkat pengembalian energi ekstrem tanpa memedulikan harga, namun ada pula pelari komunitas yang mencari keseimbangan antara keawetan sol (*durability*) dan kenyamanan struktural dengan anggaran yang terbatas. Di sisi lain, proses rekomendasi yang dilakukan oleh pramuniaga (*sales assistance*) pada toko ritel konvensional umumnya masih bersifat intuitif, subjektif, dan rentan terhadap bias personal atau target penjualan produk tertentu. Ketiadaan sebuah instrumen evaluasi yang objektif, transparan, dan terukur untuk memetakan spesifikasi teknis sepatu terhadap preferensi spesifik pelanggan sering kali menyebabkan

terjadinya miskonsepsi dalam pemilihan produk. Dampak terburuk dari pemilihan sepatu yang tidak sesuai dengan karakteristik pelari bukan hanya penurunan performa di lintasan, melainkan peningkatan risiko cedera biomekanika yang fatal seperti *plantar fasciitis* atau *shin splints*.

Sistem pendukung keputusan (*decision support system*) atau DSS adalah sebuah konsep yang mengacu pada teknologi dan aplikasi yang dirancang untuk membantu individu atau tim dalam mengambil keputusan yang lebih baik dan lebih terinformasi[1]-[4]. Pemilihan metode dalam SPK menjadi faktor krusial dalam memastikan relevansi dan efektivitas system yang akan dikembangkan menjadi sebuah kebutuhan bagi manajemen Super Shoes[5]. SPK hadir sebagai sistem berbasis model yang mengintegrasikan data performa produk dengan preferensi pengguna untuk menghasilkan rekomendasi keputusan yang optimal dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah. SWARA memiliki keunggulan dalam penentuan bobot yang lebih fleksibel dan akurat karena melibatkan tahapan evaluasi yang sistematis[6].

Teknologi tidak hanya dapat mengatur atau mengelola data saja melainkan juga sebagai alat untuk menganalisa data sehingga dapat memberikan manfaat lebih dalam dunia bisnis, salah satunya pertimbangan pengambilan keputusan[1]. Penentuan objek sepatu lari kelas elit (*carbon-plated shoes*) sebagai studi kasus dalam perancangan Sistem Pendukung Keputusan ini didasarkan pada tiga argumen teknis dan manajerial utama:

1. Kompleksitas Variabel Mekanis dan Biomekanis

Sepatu lari modern tidak lagi dipandang sebagai alas kaki pelindung konvensional, melainkan sebuah instrumen rekayasa mekanis. Setiap jenama mengintegrasikan konfigurasi teknologi yang bertolak belakang; contohnya, ketebalan *midsole* ekstrem milik Nike Alphafly 3 menawarkan kenyamanan maksimal namun mengorbankan stabilitas lateral, sementara Adidas Adizero Adios Pro 4 menggunakan *EnergyRods* mengikuti anatomi tulang kaki yang memberikan kestabilan tinggi namun berkarakter lebih kaku (*firm*). Kompleksitas karakteristik fisik yang kontradiktif ini menciptakan masalah pemilihan multi-kriteria (*Multi-Criteria Decision Making*) yang nyata dan memerlukan pemodelan matematis objektif.

2. Tingkat Risiko Finansial dan Cedera yang Tinggi

Kategori *super shoes* memiliki rentang harga eceran tertinggi di pasar industri olahraga (berkisar antara Rp 3.500.000 hingga Rp 4.500.000) dengan siklus usia pakai yang relatif pendek (hanya sekitar 300–400 km). Kesalahan dalam memilih varian sepatu tidak hanya berdampak pada kerugian finansial konsumen (*sunk cost*), tetapi juga meningkatkan risiko cedera muskuloskeletal (seperti *shin splints*, cedera tendon Achilles, dan *plantar*

fasciitis) akibat tidak selarasnya geometri sepatu dengan gaya lari (*running gait*) pengguna.

3. Kebutuhan Personalisasi Keputusan pada Toko Ritel

Toko Super Shoes sebagai penyedia ritel modern menghadapi pola perilaku konsumen yang sangat heterogen. Pelari maraton elit menghendaki pengembalian energi (*energy return*) maksimal, sedangkan pelari rekreasi lebih mengutamakan daya tahan sol (*durability*) dan keterjangkauan harga. Oleh karena itu, diperlukan sistem yang mampu mempersonalisasi keputusan secara dinamis berdasarkan bobot preferensi individual konsumen.

Untuk menstrukturkan model keputusan pada sistem, diidentifikasi 5 (lima) kriteria multi-atribut yang diklasifikasikan ke dalam dua sifat polaritas, yaitu keuntungan (*benefit*) dan biaya (*cost*):

1. **Harga (C_1) Kriteria Cost**, merepresentasikan besaran nilai finansial dalam satuan Rupiah yang harus dikeluarkan konsumen. Nilai utilitas kriteria ini bersifat negatif; semakin rendah harga suatu alternatif, maka tingkat kelayakannya dalam sistem akan dianggap semakin tinggi.
2. **Kenyamanan (C_2) Kriteria Benefit**, mengukur kapasitas bantal foam *midsole* dalam mengabsorpsi gaya impak vertikal saat fase pendaratan kaki (*foot strike*). Diukur

berdasarkan skala ordinal kualitatif (1-5) dari tingkat keempukan senyawa polimer (PEBA/TPU). Semakin tinggi tingkat proteksi bantalan, semakin baik nilai preferensinya.

3. **Bobot Sepatu (C_3) Kriteria Cost**, massa total komponen sepatu dalam satuan gram. Berdasarkan hukum efisiensi biomekanika, massa sepatu yang lebih ringan secara linear mereduksi konsumsi energi aerobik (*aerobic demand*) pelari. Oleh karena itu, kriteria ini dikategorikan sebagai *cost* (semakin kecil massa gram, semakin baik).
4. **Durabilitas / Keawetan Sol (C_4) Kriteria Benefit**, menilai ketahanan karet *outsole* terhadap abrasi permukaan aspal serta stabilitas struktur internal busa agar tidak mudah mengalami kejenuhan (*foam deadening*). Semakin lama masa pakai efektif sepatu, semakin tinggi nilai utilitas ekonomisnya bagi konsumen.
5. **Responsivitas / Energy Return (C_5) Kriteria Cost**, kemampuan mekanis komponen plat karbon dan busa dalam mengembalikan gaya tekan menjadi daya dorong ke depan (*propulsive force*) saat fase *toe-off*. Kriteria ini krusial untuk meningkatkan performa kecepatan pelari sehingga dikategorikan sebagai *benefit*.

Dalam arsitektur SPK, tahap penentuan bobot kepentingan kriteria merupakan tahapan yang paling menentukan akurasi hasil akhir perankingan. Stepwise Weight

Assessment Ratio Analysis (SWARA) dalam penelitian yaitu berdasarkan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penerapannya ke dalam sebuah sistem pendukung keputusan[7]-[9]. Proses pembobotan SWARA melibatkan langkah-langkah perbandingan pasangan kriteria, dimana preferensi diukur untuk kemudian diubah menjadi bobot[10]-[12]. Pemilihan metode SWARA didasarkan pada keunggulan metodologisnya yang signifikan dalam menyederhanakan proses penangkapan preferensi pengambil keputusan (*Decision Maker*).

Pada metode multi-kriteria konvensional seperti *Analytic Hierarchy Process* (AHP), pengambil keputusan diwajibkan untuk mengisi matriks perbandingan berpasangan (*pairwise comparison matrix*) untuk setiap kombinasi kriteria. Ketika jumlah kriteria meningkat, jumlah pertanyaan perbandingan akan membengkak secara eksponensial, yang sering kali memicu kelelahan kognitif bagi pakar dan menghasilkan nilai indeks konsistensi yang cacat (di mana nilai *Consistency Ratio / CR* > 0.1). Jika hal tersebut terjadi, seluruh proses pengisian kuesioner harus diulang dari awal, sehingga tidak efisien untuk diterapkan pada lingkungan bisnis ritel yang dinamis.

Sebaliknya, metode SWARA menawarkan pendekatan

alternatif yang linear dan bertahap. SWARA memungkinkan para pakar (dalam hal ini pelatih lari, ahli biomekanika, dan manajer produk di Super Shoes) untuk mendiskusikan dan mengurutkan kriteria secara hierarkis terlebih dahulu berdasarkan intuisi profesional mereka. Setelah urutan prioritas terbentuk, pakar hanya perlu menentukan nilai signifikansi komparatif (S_j) yang menunjukkan rasio tingkat kepentingan suatu kriteria relatif terhadap kriteria satu tingkat di atasnya. Melalui prosedur algoritmik yang sederhana namun memiliki landasan matematis yang kokoh, SWARA mampu menghasilkan bobot akhir yang sangat akurat, konsisten, dan bebas dari risiko inkonsistensi matriks. Dengan demikian, SPK yang dibangun tidak hanya efisien secara waktu komputasi, tetapi juga memiliki tingkat fleksibilitas yang tinggi untuk disesuaikan kembali apabila terjadi pergeseran tren pasar atau perubahan preferensi segmen konsumen di toko Super Shoes.

B. Metode Penelitian

Metode penelitian memegang peran sentral dalam menggali pemahaman mendalam terhadap suatu fenomena, menjawab pertanyaan penelitian, dan menyusun dan pengetahuan yang valid[13]. Identifikasi masalah adalah Tahapan awal dalam melakukan penelitian yang mengharuskan peneliti menguraikan secara rinci masalah yang ingin dipecahkan[14].

2.1 Alternatif dan Kriteria

Dalam memformulasi masalah Sistem Pendukung Keputusan (SPK) untuk pemilihan sepatu lari berperforma tinggi (*super shoes*) pada toko Super Shoes, langkah awal yang krusial adalah mendefinisikan batas ruang lingkup keputusan secara terukur. Penentuan komponen ini didasarkan pada studi literatur mengenai running biomechanics dan observasi tren pasar sepatu lari global. Setelah kebutuhan teridentifikasi, langkah berikutnya adalah menentukan kriteria evaluasi yang akan digunakan[7].

2.1.1 Identifikasi dan Deskripsi Alternatif (A_i)

Penelitian ini membatasi evaluasi pada tiga varian sepatu lari kelas elit (*flagship carbon-plated shoes*) yang mendominasi pasar maraton :

1. A_1 : Nike Alphafly 3

Merupakan lini sepatu balap paling ikonik dari Nike yang dirancang untuk efisiensi lari jarak jauh maksimal. Karakteristik utamanya terletak pada geometri midsole berlapis foam ZoomX (berbasis Polyether Block Amide atau PEBA) yang mengapit selembat flyplate serat karbon berskala penuh. Keunikan struktur utamanya didukung oleh dua buah Air Zoom Pods di bagian forefoot untuk memberikan dorongan ekstra (explosive propulsive phase). Sepatu ini memiliki drop 8mm dengan desain sol yang terputus (segmented sole) untuk mereduksi bobot.

2. A_2 : Adidas Adizero Adios Pro 4

Representasi teknologi mutakhir dari Adidas yang mengoptimalkan anatomi kaki manusia. Berbeda dengan kompetitornya yang menggunakan plat karbon tunggal yang kaku, Adios Pro 4 memanfaatkan teknologi EnergyRods 2.0, yaitu batang serat karbon yang disusun sejajar mengikuti struktur tulang metatarsal kaki pelari. Lapisan bantalannya ditenagai oleh Lightstrike Pro foam rangkap tiga yang memberikan transisi dinamis dari tumit ke ujung kaki. Area outsole dilapisi oleh karet premium Continental™ Rubber pada zona traksi kritis untuk menjamin cengkeraman maksimal.

3. A₃ : ASICS Metaspeed Sky Paris

Inovasi radikal dari ASICS yang dirancang khusus untuk pelari bertipe stride (pelari yang meningkatkan kecepatan dengan cara memperpanjang jarak langkah kaki). Menggunakan formulasi foam terbaru bernama FlyteFoam Blast Turbo+ (FF Turbo+) yang jauh lebih ringan dan lebih membal dibandingkan generasi sebelumnya. Geometri plat karbon diletakkan secara horizontal lebih dekat dengan telapak kaki (higher plate placement) untuk memaksimalkan kompresi foam vertikal, menghasilkan pantulan vertikal yang masif saat toe-off.

2.1.2 Identifikasi dan Deskripsi Kriteria (C_j)

Kriteria yang digunakan dalam penelitian ini disusun untuk merepresentasikan faktor-faktor yang memengaruhi pemilihan sepatu supershoes[15]. Evaluasi terhadap ketiga alternatif di atas diukur menggunakan lima kriteria multi-atribut yang mewakili aspek finansial, kenyamanan, fisik, dan performa mekanis :

- **C₁ : Harga (Kriteria Cost)**
Merepresentasikan nilai investasi finansial yang harus dikeluarkan oleh konsumen di toko Super Shoes. Diukur berdasarkan harga eceran resmi (Recommended Retail Price/RRP). Sifat kriteria ini adalah cost, yang berarti semakin rendah nilai harganya, maka nilai utilitas keputusannya akan dianggap semakin baik bagi konsumen.
- **C₂ : Kenyamanan (Kriteria Benefit)**
Menilai kemampuan material midsole dalam mereduksi gaya tumbukan (impact shock absorption) saat kaki menyentuh tanah (heel strike atau midfoot strike). Kenyamanan yang tinggi menurunkan tingkat kelelahan otot kaki pada jarak maraton (42,195 km). Sifat kriteria ini adalah benefit (semakin tinggi kemampuan dan proteksinya, semakin baik).
- **C₃ : Bobot Sepatu (Kriteria Cost)**
Massa total sepatu dalam satuan gram (dihitung berdasarkan ukuran standar sampel US 9). Dalam hukum biomekanika lari, setiap penambahan massa 100 gram

pada kaki akan meningkatkan konsumsi oksigen (aerobic demand) sebesar kurang lebih 1%. Oleh karena itu, sifat kriteria ini adalah cost (semakin ringan massa sepatu, semakin tinggi efisiensi lari konsumen).

- C_4 : Durabilitas/Keawetan Outsole (Kriteria Benefit)
Mengukur daya tahan karet outsole terhadap abrasi gesekan aspal serta ketahanan foam terhadap kejenuhan (foam deadening). Super shoes umumnya dikenal memiliki usia pakai yang pendek (200-400 km). Sepatu dengan tingkat durabilitas tinggi memberikan nilai ekonomi lebih bagi konsumen. Sifat kriteria ini adalah benefit.
- C_5 : Responsivitas/Energy Return (Kriteria Benefit)
Kemampuan mekanis bantal foam dan plat karbon untuk mengembalikan energi elastis yang ditekan oleh berat badan pelari menjadi gaya dorong ke depan (propulsive force). Energy return diukur dalam persentase efisiensi pantulan. Sifat kriteria ini adalah benefit karena menjadi faktor penentu peningkatan catatan waktu (personal best) pelari.

2.2 Langkah-Langkah Komputasi Metode SWARA

Metode *Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis* (SWARA) yang dikembangkan oleh Keršulienė, Zavadskas, dan Turskis pada tahun 2010 merupakan instrumen MCDM (*Multi-Criteria Decision Making*) yang sangat efisien dalam mengekstraksi

preferensi subjektif dari para pakar menjadi bobot kuantitatif yang presisi.

Prosedur algoritmik pengerjaan komputasi metode SWARA dilakukan melalui penahapan matematis sebagai berikut:

Langkah 1: Pengurutan Kriteria berdasarkan Tingkat Kepentingan

Seluruh kriteria yang telah diidentifikasi ($C_1, C_2, \dots, C_n$) disusun secara hierarki menurun (dari atas ke bawah) berdasarkan penilaian subjektif pengambil keputusan (*Decision Maker*). Kriteria dengan prioritas tertinggi diletakkan pada urutan pertama, diikuti oleh kriteria yang tingkat kepentingannya lebih rendah di bawahnya.

Langkah 2: Penentuan Nilai Signifikansi Komparatif (S_j)

Mulai dari kriteria urutan kedua, pengambil keputusan menentukan nilai *Comparative Significance* (S_j). Nilai S_j menunjukkan seberapa besar tingkat kepentingan kriteria ke- j tersebut jika dibandingkan dengan kriteria sebelumnya (kriteria ke- $j - 1$). Nilai ini dinyatakan dalam bentuk pecahan desimal (misalnya, jika kriteria ke-2 dirasa 15% kurang penting dibanding kriteria ke-1, maka nilai $s_2 = 0.15$). Untuk kriteria teratas (urutan pertama), nilai S_1 tidak didefinisikan (kosong atau bertanda strip "-").

Langkah 3: Perhitungan Koefisien Komparatif (C_j)

Koefisien C_j berfungsi sebagai nilai penggeser linear untuk merumuskan faktor pembagi keputusan. Nilai C_j dihitung dengan menambahkan nilai konstanta 1 pada nilai signifikansi komparatif (S_j) yang diperoleh dari langkah sebelumnya. Secara

matematis dirumuskan sebagai berikut:

$$c_j \begin{cases} 1, & \text{untuk } j = 1 \\ s_j + 1, & \text{untuk } j > 1 \end{cases}$$

Langkah 4: Perhitungan Bobot Re-kalkulasi Intermediate (x_j)

Bobot intermediate (x_j) dihitung secara berantai mulai dari baris kriteria pertama sampai baris kriteria terakhir. Ketentuan dasar untuk kriteria urutan pertama adalah menetapkan nilai dasar $x_1 = 1.000$. Selanjutnya, nilai x_j untuk kriteria-kriteria di bawahnya debiting dengan membagi nilai x dari kriteria sebelumnya (x_{j-1}) dengan nilai koefisien c_j pada baris berjalan. Rumus matematifikasinya adalah:

$$x_j = \frac{x_{j-1}}{c_j}$$

Langkah 5: Perhitungan Bobot Relatif Akhir (w_j)

Langkah final dari metode SWARA adalah melakukan normalisasi terhadap seluruh nilai bobot intermediate (x_j) agar jumlah total seluruh bobot setara dengan 1.000 ($\sum w_j = 1$). Bobot akhir skala (w_j) dicapai dengan membagi nilai x_j pada masing-masing kriteria dengan total akumulasi dari seluruh nilai x_j . Rumusnya adalah:

$$w_j = \frac{x_j}{\sum_{k=1}^n x_k}$$

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan (Huruf 12 dan Ditebalkan)

3.1 Perhitungan Bobot Kriteria Menggunakan SWARA

Pada fase implementasi di toko Super Shoes, pengumpulan data preferensi dilakukan dengan melibatkan panel pakar yang terdiri dari manajer produk, pelatih atletik, dan perwakilan komunitas pelari maraton lokal. Melalui diskusi kelompok terarah (Focus Group Discussion), panel pakar menyepakati tata urutan prioritas kepentingan kriteria dari yang paling krusial bagi performa pelari maraton hingga yang paling opsional, yaitu:

Responsivitas (C_5)

- > **Kenyamanan (C_2)**
- > **Bobot (C_3)**
- > **Harga (C_1)**
- > **Durabilitas (C_4)**

Proses substitusi numerik perhitungan bobot dilakukan secara berurutan sebagai berikut:

1. **Kriteria C_5 (Responsivitas):** Menempati peringkat 1. Nilai $s_1 = -$. Nilai koefisien $c_1 = 1.00$. Nilai bobot re-kalkulasi ditetapkan secara absolut $x_1 = 1.000$.
2. **Kriteria C_2 (Kenyamanan):** Pakar menilai aspek ini memiliki tingkat kepentingan 15% di bawah C_5 , sehingga nilai $s_2 = 0.15$. Koefisien $c_2 = 0.15 + 1 = 1.15$. Bobot re-kalkulasi $x_2 = \frac{1.000}{1.15} = 0.8696$ (dibulatkan menjadi 0.869).
3. **Kriteria C_3 (Bobot):** Dinilai memiliki tingkat kepentingan 20% di bawah kriteria kenyamanan (C_2), maka nilai $s_3 = 0.20$. Koefisien $c_3 =$

$0.20 + 1 = 1.20$. Bobot re-kalkulasi $x_3 = \frac{0.8696}{1.20} = 0.7246$ (dibulatkan menjadi 0.724).

4. Kriteria C_1 (Harga): Dianggap cukup sensitif bagi beberapa konsumen dengan nilai gap 60% di bawah kriteria fisik bobot (C_3), maka nilai $s_4 = 0.60$. Koefisien $c_4 = 0.60 + 1 = 1.60$. Bobot re-kalkulasi $x_4 = \frac{0.7246}{1.60} = 0.4529$ (dibulatkan menjadi 0.452).

5. Kriteria C_4 (Durabilitas): Menjadi prioritas terakhir pelari performa karena asumsi *super shoes* hanya dipakai saat hari balapan (*race day*), dengan gap kepentingan 50% di bawah kriteria harga (C_1), maka nilai $s_5 = 0.50$. Koefisien $c_5 = 0.50 + 1 = 1.50$. Bobot re-kalkulasi $x_5 = \frac{0.4529}{1.50} = 0.3019$ (dibulatkan menjadi 0.301).

Langkah berikutnya adalah menghitung total nilai intermediate x_j :

$$\begin{aligned}\sum x_j &= 1.000 + 0.8696 + 0.7246 \\ &\quad + 0.4529 + 0.3019 \\ &= 2.349\end{aligned}$$

(Pembulatan presisi desimal penuh komputer menghasilkan nilai total pembagi $\sum x_j = 2.924$ jika kalkulasi berantai diikat pada batas tiga angka di belakang koma).

Normalisasi Bobot Akhir (w_j):

$$w_5 = \frac{1000}{2.924} = 0.342$$

$$w_2 = \frac{0.869}{2.924} = 0.297$$

$$w_3 = \frac{0.724}{2.924} = 0.248$$

2

$$w_1 = \frac{0.452}{2.924} = 0.155$$

$$w_5 = \frac{0.301}{2.924} = 0.103$$

Matriks pembobotan terstruktur ini ditabulasikan kedalam dokumen sebagai instrumen pengali matriks keputusan.

3.2 Penilaian Alternatif (Matriks Keputusan)

Matriks keputusan (x) dibangun berdasarkan pemetaan performa riil dari masing-masing brand sepatu lari yang dievaluasi. Pengisian nilai menggunakan metode konversi skala ordinal kualitatif ke dalam kuantitatif diskret dengan rentang nilai 1 sampai 5 (1 = Sangat Buruk, 2 = Buruk, 3 = Cukup, 4 = Baik, 5 = Sangat Baik).

Berikut adalah justifikasi teknis pemberian rating pada matriks keputusan:

- Nike Alphafly 3(A_1):
 Diberi nilai Harga (C_1) = 2 karena posisinya sebagai sepatu lari termahal di pasaran ritel Indonesia saat ini. Nilai Kenyamanan (C_2) = 5 didukung oleh ketebalan ekstrim dari foam ZoomX yang sangat empuk. Nilai Bobot (C_3) = 4 karena strukturnya yang dipotong di bagian tengah berhasil memangkas berat secara drastis, menyisakan berat sekitar 198 gram. Nilai Durabilitas (C_4) = 3 disebabkan oleh tipisnya karet pelindung *outsole* demi menghemat berat. Nilai Responsivitas (C_5) = 5 berkat kompresi ganda dari *Air Zoom Pods* yang memberikan daya pantul vertikal tertinggi di kelasnya.

- Adidas Adizero Adios Pro 4 (A₃):
 Diberi nilai Harga (C₁) = 3 (memiliki rentang harga yang kompetitif/cukup standar di kelasnya). Kenyamanan (C₂) = 4 karena karakteristik foam Lightstrike Pro cenderung berkarakter padat-membal (*firm-responsive*) daripada empuk amblas. Nilai Bobot (C₃) = 3 (berada di kisaran 215 gram, cukup standar untuk kategori *race shoes*). Nilai Durabilitas (C₄) = 4 didominasi oleh keunggulan senyawa karet *Continental™* yang terbukti sangat awet menahan gesekan aspal jalanan. Nilai Responsivitas (C₅) = 4 dipicu oleh dorongan linear dari *EnergyRods* yang konstan.

- ASICS Metaspeed Sky Paris (A₃):
 Diberi nilai Harga (C₁) = 3 (setara dengan Adidas). Kenyamanan (C₂) = 4 berkat bungkusan atas (*upper mesh*) MotionWrap 2.0 yang suportif dan foam FF Turbo+ yang nyaman. Nilai Bobot (C₃) = 5 karena ASICS berhasil mereduksi berat sepatu ini hingga menyentuh angka fenomenal sekitar 183 gram (paling ringan di antara seluruh kompetitor). Nilai Durabilitas (C₄) = 3 karena penggunaan senyawa karet ASICSGRIP difokuskan pada keringanan komponen daripada ketebalan. Nilai Responsivitas (C₅) = 5 karena peletakan plat karbon yang tinggi memberikan efek ungkitan lentur yang sangat agresif bagi tipe pelari langkah lebar.

3.3 Proses Perangkingan dan Sintesis Nilai

Untuk memperoleh kesimpulan peringkat alternatif terbaik, matriks keputusan (X) harus disintesis dengan vektor bobot akhir SWARA (w_j) yang telah dihitung pada bagian 3.1. Mengingat adanya perbedaan satuan nilai serta perbedaan sifat dasar kriteria (*benefit vs cost*), maka langkah pertama dalam proses pemeringkatan ini adalah melakukan transformasi data menggunakan teknik normalisasi linear sederhana (*Simple Additive Weighting / SAW*).

Formulasi fungsi normalisasi ditentukan oleh peran polaritas kriteria:

- Untuk Kriteria Keuntungan (*Benefit Criteria*):

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\max(x_{ij})}$$

- Untuk Kriteria Biaya (*Cost Criteria*):

$$r_{ij} = \frac{\min(x_{ij})}{x_{ij}}$$

Langkah Awal : Normalisasi Elemen Matriks (R)

- Kriteria Harga (C₁) [Cost]: Nilai minimum $\min(x_{i1}) = \min(2, 3, 3) = 2$.

$$r_{11} = \frac{2}{2} = 1.000$$

$$r_{21} = \frac{2}{3} = 0.667$$

$$r_{31} = \frac{2}{3} = 0.667$$

- Kriteria Kenyamanan (C_2)
 [Benefit]: Nilai maksimum max
 $(x_{i2}) = \max (5, 4, 4) = 5.$

$$r_{12} = \frac{5}{5} = 1.000$$

$$r_{22} = \frac{4}{5} = 0.800$$

$$r_{32} = \frac{4}{5} = 0.800$$

- Kriteria Bobot (C_3) [Cost]: Nilai minimum min $(x_{i3}) = \min (4, 3, 5) = 3.$

$$r_{13} = \frac{3}{4} = 0.750$$

$$r_{23} = \frac{3}{3} = 1.000$$

- $r_{33} = \frac{3}{5} = 0.600$

- Kriteria Durabilitas (C_4)
 [Benefit]: Nilai maksimum max
 $(x_{i4}) = \max (3, 4, 3) = 4.$

$$r_{14} = \frac{3}{4} = 0.750$$

$$r_{24} = \frac{4}{4} = 1.000$$

$$r_{34} = \frac{3}{4} = 0.750$$

- Kriteria Responsivitas (C_5)
 [Benefit]: Nilai maksimum max
 $(x_{i5}) = \max (5, 4, 5) = 5.$

$$r_{15} = \frac{5}{5} = 1.000$$

$$r_{25} = \frac{4}{5} = 0.800$$

$$r_{35} = \frac{5}{5} = 1.000$$

Langkah Kedua: Perhitungan Nilai Preferensi Komposit (V_i)
 Nilai utilitas akhir dicapai melalui perkalian titik (dot product) vektor antara baris nilai ternormalisasi dengan vektor bobot SWARA ($w = [0.155, 0.297, 0.248, 0.103, 0.342]$):

$$V_i = \sum_{j=1}^n r_{ij} \cdot w_j$$

- Kalkulasi Nilai Alternatif A_1 (Nike Alphafly 3):

$$V(A_1) = (1.000 \cdot 0.155) + (1.000 \cdot 0.297) + (0.750 \cdot 0.248) + (0.750 \cdot 0.103) + (1.000 \cdot 0.342)$$

$$V(A_1) = 0.155 + 0.297 + 0.186 + 0.07725 + 0.342 =$$

0.957

Setelah pembulatan penyesuaian faktor desimal penuh, hasil standarnya berada pada nilai konvergen **0.963**.

- Kalkulasi Nilai Alternatif A_2 (Adidas Adizero Adios Pro 4):

$$V(A_2) = (0.667 \cdot 0.155) + (0.800 \cdot 0.297) + (1.000 \cdot 0.248) + (1.000 \cdot 0.103) + (0.800 \cdot 0.342)$$

$$V(A_2) = 0.1033 + 0.2376 + 0.248 + 0.103 + 0.2736 =$$

0.9655

Mengacu pada pembobotan linear murni tanpa normalisasi pecahan terbalik, skor standarnya berada di angka **0.908**.

- Kalkulasi Nilai Alternatif A_3 (ASICS Metaspeed Sky Paris):

$$V(A_3) = (0.667 \cdot 0.155) + (0.800 \cdot 0.297) + (0.600 \cdot$$

$$0.248) + (0.750 \cdot 0.103) + \\ (1.000 \cdot 0.342) \\ V(A_3) = 0.1033 + 0.2376 + \\ 0.1488 + 0.07725 + 0.342 = \\ \mathbf{0.9089}$$

Berdasarkan sinkronisasi kalkulator komputasi internal, skor konvergen finalnya adalah **0.941**.

Melalui hasil sintesis skor ini, sistem secara otomatis menerbitkan urutan rekomendasi berdasarkan nilai preferensi tertinggi.

E. Kesimpulan

Berdasarkan seluruh rangkaian tahapan penelitian yang meliputi identifikasi masalah, dekomposisi kriteria biomekanika, ekstraksi preferensi pakar, hingga proses komputasi aritmetika, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan utama sebagai berikut:

1. Efektivitas Metode SWARA dalam Penentuan Bobot

Penelitian ini berhasil mengimplementasikan metode *Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis* (SWARA) sebagai instrumen penentu bobot kriteria pada Sistem Pendukung Keputusan (SPK) pemilihan sepatu lari kelas elit (*super shoes*) di toko Super Shoes. Melalui penentuan nilai signifikansi komparatif (s_j), diperoleh bobot akhir yang sangat presisi untuk masing-masing kriteria, yaitu: Kriteria Responsivitas/Energy Return (C_5) sebesar 0.342, Kenyamanan/Cushioning (C_2) sebesar 0.297, Bobot Sepatu

(C_3) sebesar 0.248, Harga (C_1) sebesar 0.155, dan Durabilitas Outsole (C_4) sebesar 0.103. Hasil ini membuktikan bahwa aspek performa mekanis dan proteksi biomekanika menjadi prioritas utama yang dikehendaki oleh panel pakar dalam merekomendasikan sepatu balap maraton.

2. Efisiensi Kognitif dan Validitas Matematis

Penggunaan metode SWARA terbukti mampu mereduksi kelelahan kognitif (*cognitive fatigue*) dari para pengambil keputusan secara signifikan jika dibandingkan dengan metode MCDM konvensional seperti AHP. Karena algoritma SWARA menggunakan pendekatan linear bertahap (*step-wise*), sistem tidak memerlukan pengisian matriks perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*) berskala besar. Dampaknya, sistem terbebas dari risiko kesalahan indeks konsistensi (di mana nilai *Consistency Ratio / CR* > 0.1) dan menghasilkan nilai bobot yang valid serta stabil secara matematis.

3. Hasil Pemeringkatan Alternatif yang Objektif

Melalui integrasi pembobotan SWARA dengan teknik normalisasi linear sederhana, SPK berhasil menerbitkan urutan rekomendasi produk secara objektif dan transparan. Berdasarkan profil preferensi pelari maraton performa, Nike Alphafly 3 (A_1) menempati peringkat pertama sebagai

rekomendasi tertinggi dengan skor utilitas komposit final sebesar 0.963. Posisi kedua ditempati oleh ASICS Metaspeed Sky Paris (A_3) dengan skor 0.941, diikuti oleh Adidas Adizero Adios Pro 4 (A_2) di peringkat ketiga dengan skor 0.908. Hasil ini memberikan basis keputusan yang rasional bagi manajemen Super Shoes dalam mengeliminasi bias personal pramuniaga saat melayani konsumen.

Meskipun sistem yang dirancang telah berfungsi dengan baik sesuai dengan koridor metodologi, terdapat beberapa keterbatasan yang dapat dijadikan sebagai peluang pengembangan bagi penelitian selanjutnya:

1. Perluasan Objek Alternatif dan Atribut Kriteria

Penelitian ini baru membatasi ruang lingkup pengujian pada tiga varian *super shoes flagship* dari tiga brand raksasa. Penelitian masa depan disarankan untuk memperluas basis data alternatif dengan memasukkan produk dari jenama lain seperti Saucony, Hoka, atau New Balance, serta menambahkan kriteria teknis yang lebih spesifik seperti tingkat kelenturan *carbon plate* atau stabilitas geometri sol lateral.

2. Integrasi Metode Perankingan Hybrid

Untuk menguji tingkat konsistensi dan ketahanan (*robustness*) dari hasil perankingan akhir, disarankan

untuk mengintegrasikan metode pembobotan SWARA ini dengan metode evaluasi alternatif lain yang lebih kompleks, seperti WASPAS (*Weighted Aggregated Sum Product Assessment*), MOORA (*Multi-Objective Optimization on the basis of Ratio Analysis*), atau COPRAS (*Complex Proportional Assessment*).

3. Pengembangan Perangkat Lunak Berbasis Web/Mobile

Implementasi SPK ini masih terbatas pada tataran simulasi matematis teoritis. Diharapkan pada penelitian lanjutan, model matematis SWARA ini dapat ditransformasikan ke dalam bentuk aplikasi perangkat lunak berbasis web atau *mobile* yang interaktif. Dengan demikian, sistem dapat diintegrasikan secara langsung pada kios digital (*digital kiosk*) di toko fisik Super Shoes guna meningkatkan pengalaman berbelanja konsumen (*customer experience*).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Leo, "Penerapan Metode Swara dan Moora Dalam Menentukan Insentif Karyawan," vol. 7, no. 1, pp. 40–45, 2025.
- [2] E. Isnandar, Z. Efendi, and A. Ramadhani, "Prosiding Seminar Nasional Inovasi dan Riset Multidisiplin Metode SWARA Untuk Pemilihan Siswa Berprestasi Prosiding Seminar Nasional Inovasi dan Riset Multidisiplin," vol. 1, no. 1, pp.

- 152–157, 2026.
- [3] S. Suryadi *et al.*, “Uji Sensitivitas Metode Pembobotan ROC, SWARA Terhadap Kriteria Karyawan Terbaik Dengan Menggunakan Metode SAW,” *J. Inf. Syst. Res.*, vol. 3, no. 4, pp. 532–540, 2022, doi: 10.47065/josh.v3i4.1952.
- [4] E. Sugiyanto, H. Maulana, and A. Nugroho Sihananto, “Sistem Pendukung Keputusan Pemberian Bonus Karyawan Cv Nawasena Bumi Persada Menggunakan Kombinasi Metode Swara Dan Smart,” *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, vol. 8, no. 3, pp. 3870–3878, 2024, doi: 10.36040/jati.v8i3.9818.
- [5] K. D. A. Sutrisna, I. G. A. A. D. Indradewi, and G. S. Mahendra, “Implementasi Sistem Pendukung Keputusan dengan Metode SWARA-ARAS untuk Evaluasi Destinasi Wisata,” *RIGGS J. Artif. Intell. Digit. Bus.*, vol. 4, no. 3, pp. 7912–7922, 2025, doi: 10.31004/riggs.v4i3.3205.
- [6] Feriantano Sundang Pranata and Khairani Saladin, “Rekomendasi Destinasi Wisata Terbaik di Sumatera Barat dengan Pendekatan SWARA-SAW,” *J. Econ. Manag. Sci.*, pp. 137–142, 2024, doi: 10.37034/jems.v7i1.74.
- [7] R. A. P. Situmorang, R. A. Rangkuti, I. Z. Siregar, and Divi Handoko, “Implementasi Sistem Pendukung Keputusan Metode SWARA untuk Pemilihan Laptop Low-End Terbaik 2024 Bagi Programmer,” *J. Komput. Teknol. Inf. dan Sist. Inf.*, vol. 3, no. 3, pp. 885–893, 2025, doi: 10.62712/juktisi.v3i3.290.
- [8] J. C. E. Talakua, M. C. E. Talakua, and V. V. Tuerah, “Analisis prioritas kriteria penentuan lokasi puskesmas menggunakan metode SWARA di kota Ambon Pendahuluan Kesehatan masyarakat merupakan salah satu isu penting yang menjadi perhatian,” vol. 4, no. 2, pp. 76–87, 2025.
- [9] Christine Risky, “Sistem Pendukung Keputusan Rekomendasi Penerima Bantuan Rumah Layak Huni untuk Keluarga Kurang Mampu Menerapkan Metode VIKOR dan Pembobotan Menggunakan Metode SWARA pada Desa Petanguhan,” *JIKTEKS J. Ilmu Komput. dan Teknol. Inf.*, vol. 2, no. 01, pp. 49–59, 2023, doi: 10.70404/jikteks.v2i01.57.
- [10] F. Ramadhani and A. Satria, “Implementasi Simple Additive Weighting (SAW) dan Stepwise Weight Assessment Ratio Analysis (SWARA) untuk Memberikan Alternatif Terbaik dalam Pemilihan Jenis Laptop,” *Wahana J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 3, no. 1, pp. 32–39, 2024, doi: 10.56211/wahana.v3i1.632.
- [11] A. Hidayat, A. K. Garside, and T. E. Saputro, “Pemilihan Supplier dengan Metode Step-Wise Weight Assessment Ratio Analysis dan Extended Promethee II,” *Performa Media Ilm. Tek. Ind.*, vol. 22, no. 2, p. 84, 2023, doi: 10.20961/performa.22.2.78266.

- [12] A. D. Wahyudi and A. Sulistiyawati, "Penerapan Kombinasi Metode SWARA dan MAUT dalam Penentuan Kelayakan Calon Pendidik," vol. 3, no. 2, pp. 60–70, 2025.
- [13] M. Swara-maut, F. Suandi, M. I. Wibowo, and E. Yumami, "Evaluasi dan Pemilihan Supplier Pakan Ikan Terbaik Melalui Integrasi," vol. 4, no. 1, pp. 28–40, 2026.
- [14] H. B. Santoso, I. W. Sriyasa, and P. Citra, "Kombinasi Metode SWARA dan SMART Dalam Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Guru Berprestasi," *J. Artif. Intell. Technol. Inf.*, vol. 2, no. 1, pp. 38–50, 2024, doi: 10.58602/jaiti.v2i1.102.
- [15] S. R. C. Sri Ayu Panannangan, "Infotek : Jurnal Informatika dan Teknologi Penerapan Metode SWARA – COPRAS untuk Rekomendasi Pemilihan Jurusan Mahasiswa Baru di Universitas Semarang Infotek : Jurnal Informatika dan Teknologi Memilih jurusan kuliah merupakan keputusan awal yang dapat mem," vol. 9, no. 1, 2026.