JURNAL DESAIN IDEA
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA
Vol.23, No.01 | p-ISSN: 1411-3023 | e-ISSN: 2580-0264

Pengembangan Konsep Kendaraan Perkotaan Berdasarkan Karakteristik Bentuk *Manta Ray*

M. Alfian Diky Muzzaki dan Bambang Tristiyono
Desain Produk, Fakultas Desain Kreatif dan Bisnis Digital, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia
e-mail: alfiandm2016@gmail.com

ABSTRAK

Mobilitas urban di kota-kota berkembang menghadapi tantangan yang semakin kompleks, mulai dari kepadatan lalu lintas, keterbatasan ruang parkir, hingga isu keberlanjutan lingkungan. Penelitian ini mengusulkan konsep kendaraan urban yang terinspirasi dari morfologi ikan pari manta (Mobula birostris) melalui pendekatan desain biomimikri. Tubuh ikan pari manta yang lebar, pipih, dan permukaan dorsalnya yang halus diterjemahkan ke dalam bahasa bentuk kendaraan aerodinamis yang dicirikan oleh garis-garis bersih, postur rendah (low-profile), dan aliran garis yang mengalir (flowing form language). Metode penelitian deskriptif kuantitatif digunakan melalui survei kuesioner daring kepada 134 responden, didominasi mahasiswa aktif berusia 18–22 tahun. Data menunjukkan preferensi kuat terhadap gaya eksterior clean (97,8%), warna putih (83,6%), kategori sedan (84,3%), transmisi otomatis (92,5%), serta kisaran harga Rp 250–350 juta (78,4%). Validasi desain menunjukkan responden sangat setuju bahwa konsep tampak modern dan futuristik (78,8%), harmonis dalam bentuk dan garis (79,5%), aerodinamis secara visual (81,1%), dan nyaman secara ergonomi interior (84,8%). Studi ini mengonfirmasi bahwa pendekatan biomimikri yang bersumber dari morfologi manta ray berhasil menghasilkan konsep kendaraan urban yang selaras dengan kebutuhan emosional, ekspektasi aerodinamika, dan urban mobility berkelanjutan pada segmen pengguna muda

Kata Kunci : desain biomimikri; kendaraan urban; ikan pari manta; aerodinamika; emotional design; preferensi pengguna; transportasi berkelanjutan.

Development of Urban Vehicle Concepts Based on Manta Ray Shape Characteristics

ABSTRACT

Urban mobility in developing cities faces increasingly complex challenges, ranging from traffic density, limited parking spaces, to environmental sustainability issues. This study proposes an urban vehicle concept inspired by the morphology of manta rays (Mobula birostris) through a biomimicry design approach. The wide, flattened body of the manta ray and its smooth dorsal surface are translated into an aerodynamic vehicle form language characterized by clean lines, low-profile, and flowing form language. The quantitative descriptive research method was used through an online questionnaire survey of 134 respondents, predominantly active students aged 18–22 years. The data showed a strong preference for clean exterior styles (97.8%), white (83.6%), sedan category (84.3%), automatic transmission (92.5%), and a price range of IDR 250-350 million (78.4%). The design validation showed that respondents strongly agreed that the concept looked modern and futuristic (78.8%), harmonious in shape and line (79.5%), visually aerodynamic (81.1%), and ergonomically comfortable interior (84.8%). This study confirms that the biomimicry approach sourced from the morphology of manta rays has succeeded in producing an urban vehicle concept that is in line with the emotional needs, expectations of aerodynamics, and sustainable urban mobility in the young user segment

Keywords *: biomimicry design; urban vehicles; manta rays; aerodynamics; emotional design; user preferences; sustainable transportation.*

https://doi.org/10.12962/iptek_desain.v23i1.9968

I. PENDAHULUAN

Perkembangan industri otomotif global mendorong meningkatnya tuntutan terhadap kualitas desain kendaraan, khususnya dalam aspek estetika, aerodinamika, dan identitas visual. Di pasar otomotif Indonesia, persaingan antara berbagai merek dan segmen kendaraan semakin ketat, sehingga desain eksterior yang kuat dan berbeda menjadi faktor pembeda utama yang memengaruhi keputusan konsumen [1]. Kendaraan urban modern tidak lagi sekadar dinilai dari performa mesin atau kenyamanan berkendara, melainkan juga dari bagaimana bahasa bentuk (form language) yang ditampilkan mampu mencerminkan identitas, nilai estetis, dan efisiensi secara visual [2].

Kendaraan urban modern dituntut untuk bukan sekadar fungsional, tetapi juga efisien, kompak, dan estetis. Generasi muda khususnya mahasiswa yang mendominasi pasar kendaraan kelas menengah ke bawah memiliki tuntutan yang khas: kendaraan harus mencerminkan identitas diri mereka yang modern dan progresif, namun tetap terjangkau secara biaya kepemilikan [3]. Dalam konteks ini, desain eksterior yang bersih, futuristik, dan beraerodinamika baik menjadi daya tarik utama yang melampaui pertimbangan fungsional semata.

Biomimikri (biomimicry) dalam konteks desain transportasi adalah pendekatan yang mengambil inspirasi dari organisme biologis untuk memecahkan tantangan rekayasa dan estetika. Berbagai kendaraan komersial modern telah menerapkan prinsip ini dari desain bullet train Shinkansen yang terinspirasi dari paruh kingfisher, hingga bodi kendaraan Mercedes-Benz Bionic yang meneladani anatomi ikan boxfish [4]. Ikan pari manta (Mobula birostris) merupakan salah satu organisme laut yang memiliki morfologi paling optimal untuk inspirasi aerodinamika: tubuh berbentuk delta wing yang lebar, permukaan dorsal yang halus tanpa gangguan struktural, dan profil silinder-pipih yang sangat rendah hambatan hidrodinamisnya [5].

Pemilihan ikan pari manta (Mobula birostris) sebagai referensi biomimikri dalam penelitian ini bukan tanpa dasar komparatif. Dibandingkan dengan referensi biomimikri lain yang telah lebih dulu diterapkan dalam desain kendaraan seperti paruh kingfisher pada Shinkansen yang berfokus pada reduksi sonic boom, atau anatomi ikan boxfish pada Mercedes-Benz Bionic yang mengoptimalkan koefisien drag pada bodi berbentuk kompak, manta ray menawarkan keunggulan morfologi yang lebih komprehensif dan relevan untuk kendaraan urban [4]. Secara teknis, bentuk delta wing pada tubuh manta ray menghasilkan distribusi aliran fluida yang merata di sepanjang permukaan dorsalnya, meminimalkan turbulensi, dan memungkinkan gerakan gliding yang sangat efisien [6]. Lebih dari itu, morfologi manta ray memiliki tiga keistimewaan simultan yang tidak dimiliki referensi biomimikri lainnya secara bersamaan: silhouette tubuh yang rendah dan memanjang ideal untuk profil kendaraan low-profile, permukaan dorsal yang hampir sepenuhnya bebas gangguan struktural yang selaras dengan gaya desain clean yang disukai pengguna muda, serta proporsi lebar-panjang tubuh yang secara visual menghasilkan kesan aerodinamis dan futuristik tanpa perlu ornamen tambahan [5][6]. Kombinasi inilah yang menjadikan manta ray sebagai sumber inspirasi biomimikri yang paling holistik untuk konteks desain kendaraan urban estetis. Prinsip ini dapat dianalogikan pada desain kendaraan urban low-profile dengan bentuk atap yang melengkung mengalir dari depan ke belakang, hood yang rata dengan sudut pertemuan yang lembut, serta pengurangan ornamen eksterior yang berpotensi menciptakan drag tambahan.

Meski studi biomimikri dalam desain kendaraan telah berkembang dalam konteks industrial design dan automotive engineering di level internasional, belum banyak penelitian yang secara spesifik mengkaji penerimaan pengguna terhadap konsep kendaraan urban berbasis biomimikri manta ray di segmen pasar mahasiswa Indonesia. Research gap ini menjadi landasan utama penelitian. Novelty penelitian ini terletak pada perpaduan antara analisis morfologi manta ray sebagai sumber inspirasi desain, validasi konsep kendaraan urban melalui instrumen kuesioner terstruktur, serta interpretasi data preferensi pengguna dalam konteks emotional design dan sustainable urban mobility.

Hipotesis penelitian ini adalah: konsep kendaraan urban yang mengadopsi bahasa bentuk ikan pari manta melalui pendekatan biomimikri akan diterima secara positif oleh segmen pengguna mahasiswa dengan persepsi visual futuristik, aerodinamis, dan selaras dengan kebutuhan mobilitas urban sehari-hari mereka.

II. METODE

2.1. Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif, yaitu pendekatan yang bertujuan mendeskripsikan fenomena melalui pengukuran numerik dan analisis statistik deskriptif [16]. Pendekatan ini dipilih karena sesuai dengan tujuan penelitian untuk mengkuantifikasi preferensi pengguna dan memvalidasi penerimaan konsep desain pada populasi yang terdefinisi dengan baik.

A. Populasi dan Sampel

Populasi penelitian adalah mahasiswa aktif perguruan tinggi di Indonesia yang memiliki ketertarikan atau pengalaman terhadap kendaraan roda empat. Pemilihan segmen usia 18–25 tahun sebagai populasi target bukan didasarkan pada kapasitas daya beli secara mandiri, melainkan pada peran strategis mereka sebagai style market kelompok yang paling aktif membentuk preferensi estetis, tren desain, dan ekspektasi visual terhadap produk otomotif [3]. Meskipun keputusan pembelian kendaraan pada rentang harga Rp 250–350 juta secara realistis masih didominasi oleh konsumen berusia 35–45 tahun yang memiliki kapasitas finansial mandiri, preferensi desain dan selera visual mereka justru banyak dipengaruhi oleh tren yang dibentuk oleh segmen muda [11]. Dalam konteks penelitian ini, responden mahasiswa berperan sebagai early adopter of design preference kelompok yang mengonfirmasi apakah sebuah bahasa bentuk kendaraan dinilai modern, futuristik, dan layak aspirasi (aspirational value), sementara sumber dana pembelian tetap berasal dari dukungan finansial orang tua (92,5%). Teknik sampling yang digunakan adalah purposive sampling dengan kriteria: (1) berstatus mahasiswa aktif, (2) berusia 18–25 tahun, dan (3) memiliki akses atau pengalaman menggunakan kendaraan roda empat. Total responden yang berhasil dikumpulkan adalah 134 orang, dimana 132 responden (98,5%) berstatus mahasiswa aktif, dengan dominasi usia 18–22 tahun (97%) dan jenis kelamin laki-laki (84,3%).

B. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian berupa kuesioner terstruktur yang terdiri atas tiga kelompok pertanyaan utama: (1) profil demografis dan sosio-ekonomi responden, mencakup usia, jenis kelamin, tempat tinggal, uang saku, dan kondisi kepemilikan kendaraan; (2) preferensi desain umum, mencakup gaya eksterior, warna, kategori kendaraan, transmisi, dan kisaran harga; serta (3) validasi konsep desain, di mana responden diberikan gambar konsep kendaraan urban berbasis manta ray dari berbagai sudut pandang dan diminta memberikan penilaian pada skala Likert 5 poin (Sangat Tidak Setuju hingga Sangat Setuju) terhadap atribut-atribut desain spesifik.

C. Proses Pengembangan Desain

Konsep desain dikembangkan melalui beberapa tahapan:

(1) studi morfologi ikan pari manta melalui analisis visual anatomi dan literatur biologi kelautan; (2) identifikasi fiturmorfologi yang relevan untuk diterjemahkan ke dalam bahasa desain kendaraan; (3) eksplorasi sketsa konsep yang mengintegrasikan fitur-fitur tersebut terutama profil silhouette delta, permukaan bodi yang mengalir, dan headlamp menyambung yang terinspirasi dari sirip cephalic manta; (4) pengembangan visualisasi digital dari berbagai sudut pandang (tampak depan, samping, atas, belakang, dan isometri); serta (5) distribusi gambar konsep sebagai bagian dari instrumen kuesioner validasi.

Translasi anatomis yang paling dominan meliputi: siluet kendaraan tampak samping yang menyerupai profil tubuh manta ray saat gliding (tubuh rendah di belakang, naik perlahan ke depan), garis shoulder yang memanjang mulus seperti tepi sirip dada, transisi dari roof ke decklid yang landai menyerupai kontur punggung manta, serta headlamp menyambung yang terinspirasi dari lebar kepala manta yang lebar dan melengkung.

D. Analisis Data

Data dianalisis menggunakan statistik deskriptif dalam bentuk frekuensi, persentase, dan interpretasi dominan. Analisis

dilakukan terhadap setiap pertanyaan secara individual, kemudian diintegrasikan untuk menghasilkan profil preferensi pengguna yang komprehensif. Untuk validasi desain, nilai persentase Sangat Setuju (SS) digunakan sebagai indikator utama penerimaan positif terhadap elemen desain yang diuji.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Profil Responden

Dari 134 responden, profil demografis menunjukkan dominasi yang konsisten pada segmen mahasiswa muda laki-laki berusia 18–22 tahun yang tinggal di apartemen dengan uang saku Rp 2–3 juta per bulan. Meskipun pada permukaan profil ini tampak tidak secara langsung merepresentasikan konsumen aktual kendaraan seharga Rp 250–350 juta yang secara umum didominasi oleh individu berusia 35–45 tahun dengan penghasilan mandiri terdapat logika pasar yang perlu digarisbawahi. Mahasiswa dengan uang saku Rp 2–3 juta per bulan yang bersumber dari orang tua dapat diasumsikan berasal dari keluarga dengan kapasitas ekonomi menengah ke atas, dimana orang tua mereka memiliki daya beli yang relevan untuk kendaraan pada segmen harga tersebut [3]. Dengan demikian, profil responden ini secara tidak langsung merepresentasikan keluarga yang menjadi actual buyer kendaraan urban segmen menengah, sementara mahasiswa itu sendiri berperan sebagai influencer keputusan pembelian dalam lingkup keluarga menentukan preferensi desain dan selera visual yang pada akhirnya memengaruhi pilihan kendaraan keluarga. Data lengkap disajikan pada Tabel I.

Table 1Profil Demografis dan Sosio-Ekonomi Responden

Kategori	Pilihan	Presentase
Jenis Kelamin	Laki-laki	84,3%
Usia	18–22 tahun	97%
Status Mahasiswa	Aktif	98,5%
Tempat Tinggal	Apartemen	75,4%
Uang Saku / Bulan	Rp 2–3 juta	82,1%
Kepemilikan Mobil	Memiliki mobil	82,1%
Sumber Dana Pembelian	Orang Tua	92,5%
Frekuensi penggunaan	Setiap hari	80,3%

Uang saku mahasiswa sebesar Rp 2–3 juta per bulan yang bersumber dari orang tua tidak dapat dipandang sebagai angka yang berdiri sendiri, melainkan sebagai indikator proxy kapasitas ekonomi keluarga secara keseluruhan. Keluarga yang mampu mengalokasikan dana tersebut secara rutin kepada anak mahasiswa di luar tanggungan biaya kuliah, biaya hunian apartemen, dan kebutuhan pokok lainnya dapat diasumsikan memiliki pengeluaran total untuk satu anak mahasiswa yang berkisar antara Rp 4,5 hingga 9 juta per bulan. Kapasitas pengeluaran pada level tersebut menempatkan keluarga responden dalam segmen ekonomi menengah ke atas (upper-middle SES), yang secara finansial relevan dengan kemampuan membeli kendaraan pada kisaran harga Rp 250–350 juta [3]. Berdasarkan standar kelayakan kredit kendaraan bermotor di Indonesia, pembelian kendaraan pada segmen harga tersebut umumnya membutuhkan penghasilan rumah tangga minimal Rp 15–25 juta per bulan suatu kondisi yang sangat mungkin dimiliki oleh orang tua mahasiswa dengan profil pengeluaran seperti yang teridentifikasi dalam penelitian ini. Dengan demikian, meskipun responden mahasiswa berusia 18–22 tahun secara langsung tidak memiliki daya beli mandiri, mereka merepresentasikan ekosistem keluarga yang justru menjadi actual buyer kendaraan urban segmen menengah, sekaligus berperan sebagai purchase influencer yang menentukan preferensi desain dan selera visual dalam keputusan pembelian kendaraan keluarga [11].

Profil responden ini mencerminkan segmen style market yang memiliki peran strategis dalam ekosistem pasar otomotif urban, meskipun secara langsung belum menjadi konsumen aktual kendaraan seharga Rp 250–350 juta. Mayoritas responden merupakan penghuni apartemen (75,4%), yang mengindikasikan bahwa mereka hidup dalam lingkungan perkotaan padat dan memiliki kesadaran tinggi terhadap kebutuhan kendaraan yang kompak, efisien, dan estetis suatu konteks yang menjadikan penilaian mereka terhadap desain kendaraan urban sangat relevan secara empiris [3]. Ketergantungan finansial yang tinggi pada orang tua (92,5%) justru memperkuat argumen bahwa responden berasal dari keluarga dengan kapasitas ekonomi menengah ke atas, dimana orang tua mereka adalah actual buyer yang realistis untuk segmen kendaraan ini. Sementara itu, mahasiswa sebagai kelompok usia 18–22 tahun berperan sebagai purchase influencer dan design preference setter kelompok yang paling aktif mengikuti tren visual otomotif dan secara langsung memengaruhi pertimbangan desain dalam keputusan pembelian kendaraan keluarga [11]. Dengan demikian, pemilihan segmen mahasiswa sebagai responden dalam penelitian ini bukan untuk mengukur daya beli mereka, melainkan untuk memvalidasi penerimaan bahasa bentuk desain kendaraan pada kelompok yang paling sensitif terhadap tren estetika dan identitas visual produk otomotif.

Meskipun 82,1% responden mengaku memiliki mobil pribadi atau akses ke mobil keluarga dengan uang saku Rp 2–3 juta per bulan, kondisi ini justru menegaskan bahwa target pasar sesungguhnya dari kendaraan urban konsep ini adalah keluarga kelas menengah ke atas yang menjadi actual buyer bukan mahasiswa itu sendiri. Namun demikian, pemilihan mahasiswa sebagai responden dalam penelitian ini tetap dapat

Dominasi gaya desain clean sebesar 97,8% adalah temuan yang paling signifikan secara desain. Ini bukan sekadar preferensi estetis, melainkan sinyal bahwa pengguna muda memiliki kepekaan visual yang cukup tinggi—mereka menyukai permukaan yang bersih, minim ornamen, dan berkesan premium tanpa berlebihan [11]. Karakter ini secara mengejutkan selaras sempurna dengan bahasa bentuk ikan pari manta: permukaan dorsal yang hampir seluruhnya bebas gangguan struktural, minim protuberansi, dan mengalir dalam satu kesatuan visual yang koheren.

Preferensi sedan (84,3%) mengkonfirmasi bahwa responden secara kolektif menginginkan kendaraan yang berkesan elegan dan dewasa tanpa dimensi yang berlebihan. Sedan dalam konteks modern sering hadir dengan profil fast-back atau low dipertanggungjawabkan secara metodologis, karena mereka roofline yang secara visual aerodinamis suatu karakter yang merepresentasikan dua peran pasar yang berbeda namun salinginheren dalam konsep manta-inspired ini. Sedangkan pilihan berkaitan: pertama sebagai anggota keluarga dari segmen warna putih (83,6%) mendukung citra kebersihan dan ekonomi yang relevan dimana orang tua dengan kemampuan memberikan uang saku Rp 2–3 juta per bulan plus menanggung biaya hidup di perkotaan adalah individu yang realistis sebagai pembeli kendaraan seharga Rp 250–350 juta; dan kedua sebagai style influencer dalam ekosistem keluarga yang secara aktif membentuk preferensi desain dan selera visual yang pada akhirnya memengaruhi keputusan pembelian kendaraan keluarga [3][11]. Dengan demikian, temuan ini justru memperkuat pentingnya memposisikan konsep kendaraan ini sebagai produk yang tidak hanya memenuhi kebutuhan fungsional actual buyer, tetapi juga merespons nilai aspiratif dan identitas visual yang dikehendaki oleh segmen muda sebagai influencer keputusan tersebut.

B. Preferensi Desain Kendaraan

Analisis terhadap preferensi desain menghasilkan pola yang sangat konsisten ke arah kendaraan sedan berwarna putih, bergaya clean, dengan transmisi otomatis, pada kisaran harga Rp 250–350 juta. Data lengkap disajikan pada Tabel II.

Table 2 Preferensi Desain Kendaraan Urban Responden

Aspek Desain	Preferensi dominan	presentase
Gaya desain eksterior	Clean / minimalis	97,8%
Warna bodi	Putih	83,6%
Kategori kendaraan	Sedan	84,3%
Jenis transmisi	Otomatis	92,5%
Kisaran harga ideal	Rp 250–350 juta	78,4%
Aktivitas utama	Mobilitas kampus (harian)	85,6%

modernitas yang konsisten dengan identitas visual manta ray yang berwarna dominan putih pada sisi ventralnya. Aktivitas utama penggunaan kendaraan yang didominasi oleh mobilitas ke kampus (85,6%) dengan frekuensi harian (80,3%) secara tidak langsung merepresentasikan skenario penggunaan yang juga relevan bagi target konsumen aktual kendaraan ini, yakni keluarga kelas menengah ke atas di lingkungan perkotaan. Orang tua dari segmen ekonomi tersebut umumnya menggunakan kendaraan urban untuk aktivitas mobilitas harian yang serupa perjalanan rutin dalam kota, kondisi stop-and-go di kawasan padat, serta kebutuhan parkir di area komersial dan perkantoran yang secara karakteristik tidak jauh berbeda dengan pola mobilitas kampus yang dilaporkan oleh responden mahasiswa [3]. Dengan demikian, data aktivitas penggunaan ini tetap valid sebagai referensi perancangan, karena kebutuhan kendaraan yang prima dalam kondisi stop-and-go perkotaan, mudah bermanuver, dan efisien dalam konsumsi bahan bakar adalah kebutuhan universal pengguna kendaraan urban harian, terlepas dari segmen usia maupun latar belakang ekonominya [14]. Justru temuan ini memperkuat urgensi pendekatan aerodinamika dalam desain konsep ini, karena efisiensi bahan bakar dan kemudahan manuver merupakan dua faktor yang paling dipertimbangkan oleh konsumen dewasa berpenghasilan menengah ke atas dalam memilih kendaraan urban untuk kebutuhan sehari-hari mereka.

C. Analisis Emotional Impression

Dimensi emosional penggunaan kendaraan menunjukkan pola yang sangat menarik. Sebanyak 76,1% responden menyatakan keinginan untuk 'terlihat modern' sebagai perasaan utama yang ingin mereka rasakan saat memiliki kendaraan—jauh di atas sekadar 'terlihat keren' (2,2%) atau 'nyaman digunakan' (18,7%). Data dimensi emosional lengkap disajikan pada Tabel IV (terlampir dalam bagian minat desain).Temuan ini sangat relevan dengan konsep Norman tentang

visceral design—bahwa kesan pertama secara visual memiliki dampak emosional yang mendalam dan membentuk attachment awal antara pengguna dan produk [11]. Kendaraan yang terinspirasi manta ray, dengan siluet yang bersih dan futuristik, secara langsung menjawab kebutuhan emosional 'terlihat modern' ini karena bentuk manta yang elegan dan 'advanced' secara biologis mudah diterjemahkan sebagai kesan futurisme dalam konteks desain produk.

Nilai sustainability juga tersampaikan secara implisit melalui preferensi: 93,3% responden menganggap konsumsi bahan bakar sangat berpengaruh dalam pemilihan kendaraan, sementara 95,5% lebih memilih kendaraan dengan biaya perawatan rendah dibanding yang kaya fitur namun mahal perawatannya. Ini adalah sinyal bahwa generasi muda sudah memiliki kesadaran tentang total cost of ownership, suatu nilai yang selaras dengan prinsip sustainable design dalam transportasi [13].

D. Elemen Desain Spesifik dan Hubungannya dengan Morfologi Manta

Beberapa elemen desain spesifik yang divalidasi dalam kuesioner menunjukkan tingkat penerimaan yang tinggi dan semuanya memiliki korelasi langsung dengan morfologi ikan pari manta. Headlamp menyambung kanan-kiri (79,5% sangat setuju) terinspirasi dari karakteristik kepala manta yang lebar dengan cephalic fin yang merupakan kelanjutan dari struktur kepala—memberikan kesan panjang, menyatu, dan futuristik. Stoplamp menyambung (84,8% sangat setuju) di bagian belakang mengadopsi prinsip yang sama, menciptakan visual 'sayap cahaya' horizontal yang memperkuat kesan lebar dan aerodynamis dari belakang.

Desain velg closed-spoke (80,3% sangat setuju) dipilih bukan tanpa alasan aerodinamis: disc-like wheel cover secara aktif mengurangi turbulensi angin di area roda, yang merupakan salah satu sumber drag terbesar pada kendaraan konvensional. Ini adalah paralel dengan permukaan lateral manta yang mulus dan tidak memiliki struktur yang menonjol. Ground clearance



rendah (78,8% sangat setuju) mencerminkan postur manta yang hugging the waterline—tubuh yang sedekat mungkin dengan medium fluida untuk meminimalkan hambatan [6].

Dashboard minimalis (82,6% sangat setuju) dan doorpanel clean-flowy (82,6% sangat setuju) di interior merepresentasikan prinsip yang sama dalam ranah kabin: tidak ada elemen yang tidak fungsional, dan semua transisi permukaan dilakukan secara gradual dan mengalir—persis seperti anatomi bagian dalam tubuh manta yang mengoptimalkan efisiensi gerakan. Kenyamanan seat ergonomis mendapat penerimaan tertinggi (84,8% sangat setuju), mengkonfirmasi bahwa kualitas pengalaman di dalam kabin adalah salah satu faktor penentu utama yang tidak boleh dikompromikan dalam konteks daily-use urban vehicle.

E. Minat Desain

Validasi desain dilakukan dengan menyajikan gambar konsep kendaraan dari berbagai sudut pandang kepada responden dan mengukur tingkat persetujuan mereka terhadap atribut-atribut desain spesifik menggunakan skala Likert 5 poin. Hasil validasi lengkap disajikan pada Tabel III dan Tabel IV.

Gambar mobil tersebut digunakan untuk pertanyaan quisioner tabel 3

Table 3 Validasi Persepsi Visual dan Elemen Desain Eksterior-

Elemen Desain yang Divalidasi	Respons Dominan	Persentase SS
Bentuk aerodinamis futuristik (tampak samping)	Sangat Setuju	81,1%
Desain kendaraan terlihat modern & futuristik (tampak isometri)	Sangat Setuju	78,8%
Bentuk dan garis desain terlihat harmonis	Sangat Setuju	79,5%
Headlamp menyambung kanan-kiri (futuristik)	Sangat Setuju	79,5%
Stoplamp menyambung kanan-kiri (futuristik)	Sangat Setuju	84,8%
Velg closed-spoke cocok untuk urban	Sangat Setuju	80,3%
Ground clearance cukup untuk perkotaan	Sangat Setuju	78,8%
Dashboard minimalis dan mudah dipahami	Sangat Setuju	82,6%
Kenyamanan duduk ergonomis (seat)	Sangat Setuju	84,8%
Layout kabin / sirkulasi interior yang baik	Sangat Setuju	77,3%

Table 4 Penilaian Dimensi Emosional dan Fungsional Kendaraan

Dimensi Emosional	Hasil Dominan	%
Perasaan saat memiliki mobil	Terlihat modern	76,1%
Kepentingan tampilan (citra diri)	Sangat penting	79,9%
Kepentingan kenyamanan interior	Sangat penting	91%
Kepentingan kenyamanan berkendara	Sangat penting	92,5%
Kepentingan biaya perawatan rendah	Sangat penting	89,6%
Pengaruh konsumsi BBM	Sangat berpengaruh	93,3%
Preferensi antara biaya perawatan vs fitur	Biaya perawatan rendah	95,5%

Secara keseluruhan, validasi desain menunjukkan penerimaan yang sangat tinggi pada semua dimensi yang diuji. Nilai Sangat Setuju (SS) berada di rentang 77,3% hingga 84,8% untuk semua elemen desain yang dipresentasikansebuah indikasi yang kuat bahwa konsep ini berhasil mengkomunikasikan karakter futuristik dan modernnya secara efektif kepada pengguna target.

Aspek yang mendapat penerimaan tertinggi adalah kenyamanan seat ergonomis (84,8%) dan stoplamp menyambung (84,8%), yang keduanya berkontribusi pada kesan premium dan modern. Aspek yang mendapat penerimaan terendah namun masih dalam kategori sangat tinggi adalah layout kabin (77,3%) sebuah indikasi bahwa sirkulasi interior membutuhkan perhatian lebih detail dalam pengembangan desain selanjutnya, terutama dalam memaksimalkan kesan lapang pada kendaraan yang secara dimensi kompak.

Yang menarik adalah korelasi kuat antara penerimaan aerodinamika (81,1% SS) dan penerimaan desain futuristik (78,8% SS). Ini mengkonfirmasi hipotesis bahwa dalam persepsi pengguna, bentuk yang aerodinamis secara visual identik dengan kesan futuristik dan modern—sebuah validasi empiris terhadap pendekatan biomimikri manta ray yang diadopsi dalam penelitian ini. Pengguna tidak hanya menyukai sbentuknya secara estetis, tetapi juga secara intuitif mengasosiasikan bentuk tersebut dengan performa dan efisiensi yang lebih tinggi [12].

Nilai sustainability desain ini tervalidasi melalui penerimaan tinggi terhadap elemen-elemen low-drag (velg closed-spoke, ground clearance rendah, silhouette mengalir), yang secara teknis berkontribusi pada pengurangan konsumsi energi. Penelitian Rodrigue et al. (2020) mengkonfirmasi bahwa persepsi aerodinamika yang positif berkorelasi dengan persepsi efisiensi dan keberlanjutan pada pengguna kendaraan urban [14].

KESIMPULAN/RINGKASAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan dan memvalidasi konsep kendaraan urban yang terinspirasi dari morfologi ikan pari manta melalui pendekatan biomimikri. Berdasarkan analisis data dari 134 responden yang didominasi mahasiswa aktif berusia 18–22 tahun, tiga kesimpulan utama dapat ditarik:

Pertama, tujuan penelitian untuk mengidentifikasi preferensi desain pengguna muda tercapai dengan jelas. Pengguna target memiliki preferensi yang konsisten terhadap gaya clean (97,8%), warna putih (83,6%), kategori sedan (84,3%), dan transmisi otomatis (92,5%). Karakter-karakter ini selaras secara alamiah dengan bahasa bentuk manta ray: permukaan halus, silhouette rendah, dan tidak ada ornamen eksterior yang berlebihan.

Kedua, hipotesis penelitian terbukti. Konsep kendaraan urban berbasis manta morphology diterima secara sangat positif

oleh responden, dengan nilai Sangat Setuju (SS) pada semua dimensi validasi berada di atas 77%. Penerimaan tertinggi pada kenyamanan ergonomis interior dan elemen lampu menyambung mengkonfirmasi bahwa penerjemahan morfologi manta ke dalam detail desain kendaraan berhasil menghasilkan produk yang tidak hanya estetis, tetapi juga fungsional dan emosional resonan.

Ketiga, nilai sustainability desain ini tervalidasi secara implisit melalui preferensi pengguna terhadap efisiensi BBM (93,3% sangat berpengaruh) dan biaya perawatan rendah (95,5%). Pendekatan biomimikri manta ray secara inheren menghasilkan form language yang aerodinamis, yang tidak hanya memenuhi tuntutan estetis pengguna muda tetapi juga berkontribusi pada efisiensi energi kendaraan urban.

Potensi pengembangan desain ke depan mencakup: (1) pengembangan prototipe fisik skala 1:4 untuk validasi wind tunnel, (2) studi lebih lanjut tentang integrasi powertrain listrik dalam form language manta-inspired untuk mendukung zero-emission urban mobility, (3) eksplorasi material ringan berbasis bionic structure yang mengadopsi prinsip struktural tulang manta untuk mengurangi bobot kendaraan, serta (4) studi komparatif lintas budaya untuk mengkaji apakah penerimaan konsep ini konsisten di berbagai pasar Tenggara

DAFTAR PUSTAKA

[1] Badan Pusat Statistik, "Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis," BPS Indonesia, Jakarta, 2023.
[2] A. D. May, "Urban Transport and Sustainability: The Key Challenges," International Journal of Sustainable Transportation, vol. 7, no. 3, pp. 170-185, 2013.
[3] H. R. Sabouri, A. Brewer, and K. Dueker, "Understanding Millennials' Car Ownership and Use," Transportation Research Part D: Transport and Environment, vol. 93, pp. 102-115, 2021.
[4] T. Lurie-Luke, "Product and Technological Innovation: What Can Biomimicry Inspire?" Biotechnology Advances, vol. 32, no. 8, pp. 1494-1505, 2014.
[5] K. W. Moored, F. E. Fish, T. H. Kemp, and H. Bart-Smith, "Batoid Fishes: Inspiration for the Next Generation of Underwater Robots," Marine Technology Society Journal, vol. 45, no. 4, pp. 99-109, 2011.
[6] F. E. Fish and G. V. Lauder, "Passive and Active Flow Control by Swimming Fishes and Mammals," Annual Review of Fluid Mechanics, vol. 38, pp. 193-224, 2006.
[7] J. M. Benyus, Biomimicry: Innovation Inspired by Nature. New York, USA: HarperCollins, 1997.
[8] I. Mazzoleni, Architecture Follows Nature: Biomimetic Principles for Innovative Design. Boca Raton, USA: CRC Press, 2013.
[9] P. Bosch, F. Becker, H. Becker, and K. W. Axhausen, "Cost-Based Analysis of Autonomous Mobility Services," Transport Policy, vol. 64, pp. 76-91, 2018.
[10] L. Schipper, C. Leather, and C. F. Ruster, "Sustainable Urban Transport: Turning Vision into Reality," Asian Development Bank, Manila, 2021.
[11] D. A. Norman, Emotional Design: Why We Love (or Hate) Everyday Things. New York, USA: Basic Books, 2004.
[12] K. Overbeeke and P. Hekkert, Proceedings of the First International Conference on Design and Emotion. Delft, Netherlands: Delft University of Technology Press, 1999.
[13] D. Banister, "The Sustainable Mobility Paradigm," Transport Policy, vol. 15, no. 2, pp. 73-80, 2008.
[14] J. P. Rodrigue, C. Comtois, and B. Slack, The Geography of Transport Systems, 5th ed. New York, USA: Routledge, 2020.
[15] K. W. Moored, P. A. Dewey, A. J. Smits, and H. Haj-Hariri, "Hydrodynamic Wake Resonance as an Underlying Principle of Efficient Unsteady Propulsion," Journal of Fluid Mechanics, vol. 708, pp. 329-348, 2012.
[16] J. W. Creswell, Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches, 4th ed. Thousand Oaks, USA: SAGE Publications, 2014.
[17] S. Dieter and K. Karl, Design Thinking. Berlin, Germany: Springer-Verlag, 2018.
[18] A. Chakrabarti and L. T. M. Blessing, An Anthology of Theories and Models of Design. London, UK: Springer, 2014.
[19] G. Pahl, W. Beitz, J. Feldhusen, and K. H. Grote, Engineering Design: A Systematic Approach, 3rd ed. London, UK: Springer, 2007.
[20] P. Hekkert, "Design Aesthetics: Principles of Pleasure in Design," Psychology Science, vol. 48, no. 2, pp. 157-172, 2006.