

BAB I PENDAHULUAN

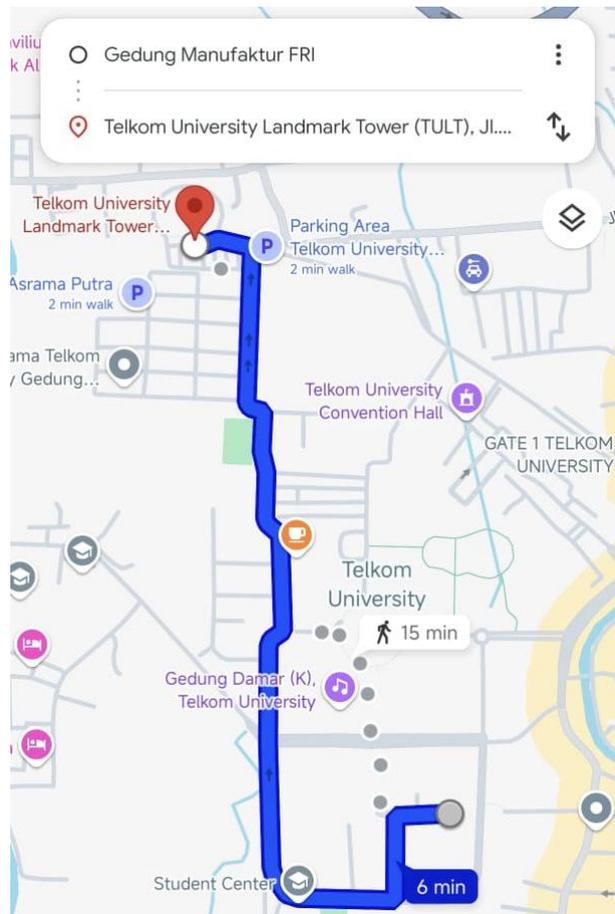
I.1 Latar Belakang

E-scooter generasi pertama (V1) dikembangkan sebagai solusi transportasi mikro yang ramah lingkungan untuk meningkatkan efisiensi mobilitas mahasiswa di Telkom University. Perancangan *e-scooter* ini guna mempermudah mahasiswa dalam bermobilitas dalam kampus area kampus yang cukup luas. Ketika pertama kali mengenal transportasi baru, kebanyakan orang cenderung fokus pada kecepatan kendaraan tersebut atau performanya. Padahal faktor ergonomi juga krusial untuk memastikan kendaraan tidak hanya bertenaga, tetapi juga nyaman dan aman digunakan sehari-hari. Kesalahan dalam aspek ergonomi suatu transportasi dapat menyebabkan risiko cedera otot dan kelelahan berlebih pada bagian tubuh tertentu. Halek (2023) menekankan bahwa, penting untuk tidak hanya memastikan bahwa pengemudi mengoperasikan kendaraan dengan aman, tetapi juga memastikan bahwa postur duduk pengemudi berada dalam kondisi yang nyaman. Ketidaknyamanan posisi tubuh pengemudi dapat menyebabkan cedera pada bagian tubuh atau otot yang biasa dikenal sebagai gangguan *muskuloskeletal disorder* (MSDs). Oleh sebab itu, penerapan desain yang ergonomis menjadi hal krusial untuk mendukung aktivitas akademik yang produktif dan berkelanjutan bagi mahasiswa.

Mahasiswa yang pernah menggunakan *e-scooter* melaporkan rasa nyeri pada kaki, kram, dan tegangan di bagian pergelangan kaki setelah berkendara menggunakan *e-scooter*. Keluhan tersebut semakin terasa ketika pengendara melewati jalan yang kurang rata. Dari *feedback* tersebut dapat disimpulkan bahwa evaluasi ergonomi sangat dibutuhkan guna meningkatkan kenyamanan berkendara. Berdasarkan keluhan tersebut, diputuskan untuk melakukan pengujian ergonomi *e-scooter* pada bagian *platform* dari *e-scooter*. Pemilihan bagian *platform* pada *e-scooter* dilatarbelakangi oleh kontak fisik langsung kaki dengan bagian tersebut. *Platform e-scooter* menjadi pijakan utama dan sanggahan kaki untuk menopang berat tubuh pengendara serta berperan besar dalam kenyamanan berkendara. Ketidaksesuaian desain *platform* dapat mengganggu kenyamanan serta memengaruhi postur tubuh saat berkendara. Postur tubuh yang kurang baik akan memengaruhi keseimbangan

otot dalam tubuh sehingga mampu menimbulkan risiko *musculoskeletal disorders* (MSDs). Kim, dkk. (2024) menyatakan bahwa selama periode studi 4 tahun, jumlah pasien yang cedera akibat *e-scooter* meningkat setiap tahun. Ekstremitas bawah dilaporkan sebagai lokasi cedera paling umum pada pengendara, dengan persentase mencapai 67,2%. Ekstremitas bawah tersebut mengacu pada bagian tubuh dari pinggul hingga ujung kaki.

Dalam proses mendesain ulang *e-scooter* langkah awal yang harus dilakukan adalah mengambil data eksisting dari pengguna *e-scooter* yakni mahasiswa Telkom University tepatnya di jurusan Teknik Industri. Data yang diambil berupa data subjektif dari sampel. Sistematis pengambilan data dilakukan dengan mengendarai *e-scooter* secara *looping* pada rute kampus yang telah ditetapkan. Rute tersebut berawal Gedung Laboratorium Manufaktur sampai dengan Gedung TULT.



Gambar 1. 1 Peta jalur pengujian

Pengambilan minimal sampel dihitung menggunakan metode *simple random sampling* dengan rumus Slovin dan didapatkan minimal sampel yang diperlukan

sebanyak 30 orang. Responden yang terpilih akan diminta untuk mengendarai *e-scooter* sesuai dengan rute yang telah ditentukan. Pasca responden melakukan *test drive* pada *e-scooter*, pengujian dilanjutkan dengan pengisian kuesioner Nordic Body Map (NBM). Nordic Body Map (NBM) adalah suatu metode kuesioner yang digunakan untuk mengidentifikasi keluhan *musculoskeletal disorders* (MSDs) pada pekerja (Anggraini & Bati, 2016). Metode ini sangat efektif digunakan sebagai alat evaluasi awal dalam mendeteksi risiko *musculoskeletal disorders* (MSDs) yang dapat terjadi pada pengguna *e-scooter*. Kuesioner Nordic Body Map (NBM) berfungsi untuk memetakan area tubuh yang mengalami ketidaknyamanan, nyeri, atau kelelahan akibat aktivitas tertentu. Skor yang dihasilkan oleh NBM akan mengidentifikasi lokasi spesifik dari keluhan fisik pengguna, metode ini dapat memberikan gambaran yang lebih rinci dan objektif terkait dampak ergonomi *e-scooter* terhadap tubuh.

Pengumpulan data pada metode Nordic Body Map (NBM) dilakukan melalui kuesioner yang disertai dengan peta tubuh, sampel diminta untuk menilai bagian tubuh yang terasa nyeri atau tidak nyaman. Anggraini dan Bati (2016) juga menjelaskan bahwa melalui kuesioner ini dapat diketahui bagian otot yang mengalami keluhan dengan tingkat keluhan mulai dari Tidak Sakit (A), Agak Sakit (B), Sakit (C) dan Sangat Sakit (D). Tingkatan keluhan tersebut dinamakan skala likert. Penggunaan skala likert dalam penilaian memungkinkan peneliti untuk memperoleh gambaran kuantitatif mengenai tingkat rasa ketidaknyamanan pada masing-masing area tubuh.

Tabel 1. 1 Skor atau skala likert

Skor atau Skala	Indikator
1	Tidak Sakit
2	Agak Sakit
3	Sakit
4	Sangat Sakit

Pada empat tingkatan jenis keluhan, terdapat perbedaan utama yang terletak pada intensitas rasa sakit serta dampak yang timbul terhadap aktivitas pengguna. Kategori “Tidak Sakit” menggambarkan kondisi tanpa keluhan apapun, sedangkan “Agak Sakit” merujuk pada rasa tidak nyaman ringan yang tidak memengaruhi aktivitas harian. Sementara itu, perbedaan mendasar terdapat pada tingkat “Sakit”

dan “Sangat Sakit” yang pertama menggambarkan nyeri yang menghambat aktivitas tetapi masih dapat ditoleransi, sedangkan yang terakhir menunjukkan rasa sakit yang cukup parah hingga membatasi gerakan dan berisiko menimbulkan gangguan jangka panjang. Pengelompokan ini merupakan hasil interpretasi dari struktur pernyataan dalam *General Nordic Musculoskeletal Questionnaire*, yang secara umum menilai ada tidaknya keluhan, pengaruh keluhan terhadap aktivitas, serta lamanya gejala berlangsung (Kuorinka dkk. 1987).

Tabel 1. 2 Deskripsi dari setiap indikator

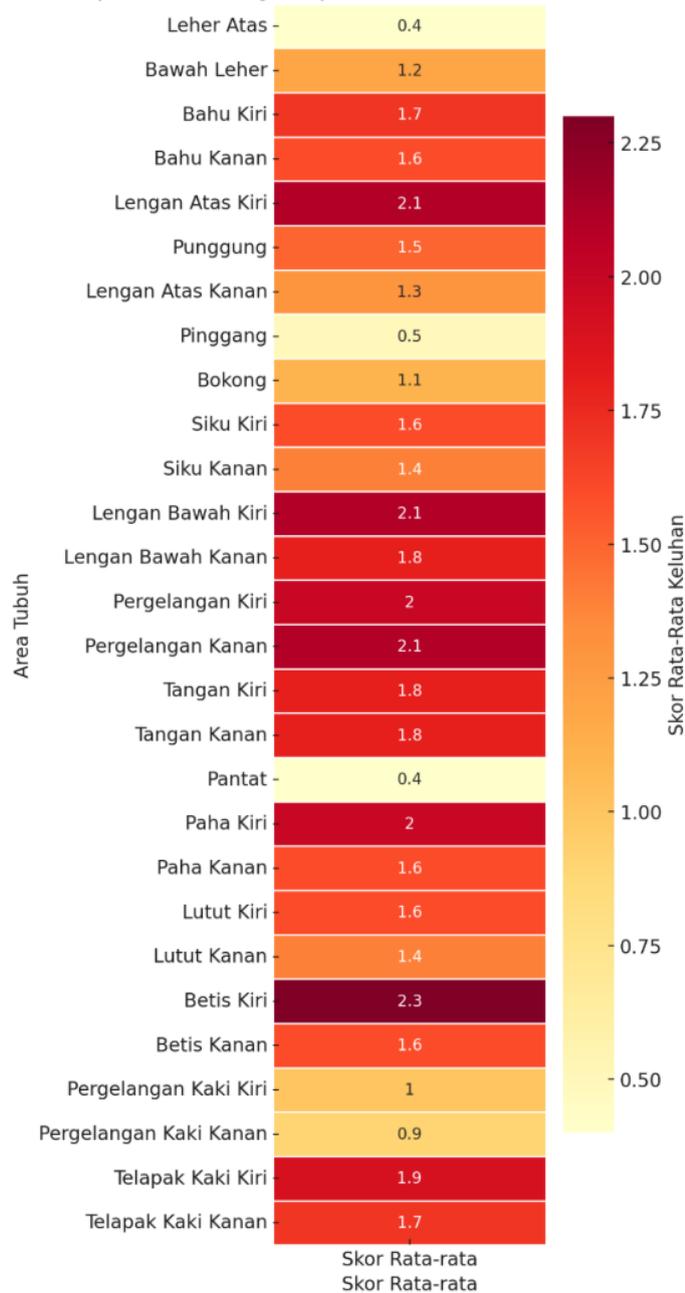
Indikator	Keterangan
Tidak Sakit	Tidak ada rasa sakit
Agak Sakit	Tidak nyaman ringan, Tidak mengganggu
Sakit	Nyeri cukup mengganggu, memengaruhi kenyamanan berkendara
Sangat Sakit	Nyeri atau tekanan berlebih pada bagian anggota tubuh, memaksa pengguna berhenti sejenak

Kategori "Sakit" (S) dan "Sangat Sakit" (SS) dapat digabungkan untuk menentukan prioritas keluhan yang memerlukan perbaikan desain segera pada produk. Penggabungan kedua kategori tersebut dianggap mampu menganalisis lebih efektif area tubuh dan komponen *e-scooter* yang paling perlu diperbaiki. Hal ini membantu mengurangi risiko *musculoskeletal disorders* (MSDs). Dalam kuesioner Nordic Body Map (NBM) terdapat data diri sampel, lalu sampel harus memberikan keterangan mengenai keluhan dan tingkat keluhan yang dirasakan setelah mencoba menggunakan *e-scooter* selama beberapa saat. Terdapat 28 jenis keluhan yang ditunjukkan pada peta tubuh di sebelah kanan halaman kuesioner.

NBM (Exsisting)									
No.	Rekap Skala Likert							Total	
	Tidak Sakit	Persentase	Agak Sakit	Persentase	Sakit	Persentase	Sangat Sakit		Persentase
0	21	70%	6	20%	3	10%		0%	30
1	3	10%	21	70%	3	10%	3	10%	30
2		0%	9	30%	21	70%		0%	30
3		0%	12	40%	18	60%		0%	30
4		0%	6	20%	21	70%	3	10%	30
5	12	40%	9	30%	9	30%		0%	30
6	3	10%	15	50%	12	40%		0%	30
7	21	70%	3	10%	6	20%		0%	30
8	15	50%	6	20%	9	30%		0%	30
10	6	20%	3	10%	18	60%	3	10%	30
11	6	20%	9	30%	12	40%	3	10%	30
12	3	10%	3	10%	12	40%	12	40%	30
13	3	10%	9	30%	9	30%	9	30%	30
14		0%	6	20%	18	60%	6	20%	30
15		0%	6	20%	15	50%	9	30%	30
16	3	10%	6	20%	15	50%	6	20%	30
17	3	10%	6	20%	15	50%	6	20%	30
9	24	80%	3	10%	3	10%		0%	30
18	9	30%	3	10%	18	60%		0%	30
19	12	40%	3	10%	15	50%		0%	30
20	6	20%	9	30%	12	40%	3	10%	30
21	6	20%	15	50%	6	20%	3	10%	30
22		0%	6	20%	12	40%	12	40%	30
23		0%	18	60%	6	20%	6	20%	30
24	15	50%	3	10%	9	30%	3	10%	30
25	12	40%	9	30%	9	30%		0%	30
26	12	40%		0%	15	50%	3	10%	30
27	12	40%	3	10%	15	50%		0%	30

Gambar 1. 2 Tabel hasil pengukuran

Heatmap Nordic Body Map Berdasarkan Skor Keluhan Responden



Gambar 1.3 Heatmap Nordic Body Map Eksisting

Pada laporan tugas akhir ini, lingkup pembahasan dari topik dan permasalahan berada pada tubuh bagian bawah mulai dari daerah pantat hingga kaki. Oleh karena itu, data dan analisis yang dibahas berada pada nomor 9, nomor 18 sampai nomor 27. Berdasarkan hasil rekap kuesioner Nordic Body Map (NBM) pada tubuh bagian bawah, ditemukan bahwa mayoritas keluhan fisik yang dialami sampel saat menggunakan *e-scooter* eksisting berfokus pada area kaki kiri. Data menunjukkan bahwa bagian betis kiri, paha kiri dan telapak kaki kiri menjadi titik keluhan

tertinggi. Keluhan tersebut menjadi perhatian utama, di mana total sampel yang menjawab “Sakit” dan “Sangat Sakit” diatas 50%, dan jumlah tertingginya berada pada sakit di betis kiri yaitu sebesar 80% sampel merasakan “Sakit” dan “Sangat Sakit”. Kondisi ini menunjukkan bahwa hampir seluruh sampel mengalami ketidaknyamanan ekstrem pada bagian tersebut.

Keluhan yang merata pada area kaki, khususnya kaki kiri, mengindikasikan adanya permasalahan ergonomis pada desain *platform* atau pijakan kaki *e-scooter*. Pada pengguna *e-scooter*, kaki kiri cenderung berada di posisi belakang dan berfungsi sebagai penopang utama tubuh saat berkendara, termasuk menahan beban saat pengereman. Desain *platform* yang datar menyebabkan tekanan konstan pada telapak kaki kiri. Hal ini menimbulkan beban berlebih pada otot betis, pergelangan kaki, dan telapak kaki kiri, terutama saat pengendara harus berjalan di tempat yang tidak rata serta saat melakukan manuver.

Permasalahan ketidaknyamanan pada bagian kaki akibat penggunaan *e-scooter* yang berkepanjangan tidak bisa dianggap sepele. Jika tidak segera ditangani, keluhan fisik yang dirasakan pengguna dapat berdampak lebih luas, baik secara individu maupun sistemik. Penggunaan *e-scooter* sebagai moda transportasi harian tanpa dukungan ergonomis yang memadai berpotensi menurunkan produktivitas pengguna karena rasa tidak nyaman yang terus-menerus, bahkan dapat berkembang menjadi *musculoskeletal disorders* (MSDs) jangka panjang. Dalam skala yang lebih besar, hal ini bisa menyebabkan risiko cedera kerja akibat penggunaan kendaraan yang kurang ergonomis.

Berdasarkan analisis diatas diperlukan upaya perbaikan desain yang difokuskan pada bagian *platform* atau pijakan kaki yang diberi tambahan *support part*. Perubahan ini sangat penting mengingat posisi kaki yang menopang berat tubuh selama berkendara menjadi faktor utama timbulnya rasa sakit. Dengan memberikan dukungan yang tepat pada *platform*, pengguna dapat mempertahankan posisi berdiri yang lebih nyaman dan alami, yang secara tidak langsung juga meningkatkan kestabilan, kontrol kendaraan, serta keselamatan selama berkendara. Perbaikan desain ini akan memberikan manfaat jangka panjang bagi kenyamanan pengguna sekaligus menurunkan risiko gangguan kesehatan yang berkaitan dengan penggunaan *e-scooter*.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dari tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana hasil Nordic Body Map *e-scooter* eksisting?
2. Bagaimana tanggapan user terhadap rancangan ulang *platform e-scooter* yang difokuskan pada penambahan fitur *support*, dan sejauh mana perubahan tersebut mampu meningkatkan kenyamanan saat berkendara?

I.3 Tujuan Tugas Akhir

Tujuan perancangan berdasarkan rumusan masalah diatas yaitu:

1. Mengidentifikasi area tubuh yang mengalami ketidaknyamanan saat menggunakan *platform e-scooter* V1 dengan metode Nordic Body Map.
2. Merancang perbaikan ergonomi pada *platform e-scooter* V1 berdasarkan data antropometri dan hasil identifikasi keluhan dengan tujuan meningkatkan kenyamanan.
3. Mengukur efektivitas desain baru *platform e-scooter* berdasarkan tanggapan pengguna, serta menilai sejauh mana rancangan tersebut dapat mengurangi ketidaknyamanan.

I.4 Manfaat Tugas Akhir

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan rekomendasi desain *platform e-scooter* yang lebih ergonomis dan nyaman digunakan
2. Menjadi referensi bagi pengembang produk serupa di kemudian hari
3. Menambah literatur ilmiah terkait ergonomi transportasi mikro

I.5 Batasan dan Asumsi

1. Batasan
 - Penelitian yang dilakukan hanya difokuskan pada tubuh bagian bawah. Pada kuesioner Nordic Body Map (NBM) ditunjukkan oleh nomor 9, nomor 18 hingga nomor 27.
 - Tahapan pengambilan data dan analisis tidak dilakukan dengan melibatkan uji laboratorium. Analisis data hanya dilakukan berdasarkan data keluhan,

uji biomekanis sederhana dan studi pustaka.

- Faktor eksternal seperti kondisi jalan, kecepatan pengendara dan lingkungan kampus diabaikan.

2. Asumsi

- Desain *platform* yang tidak nyaman dianggap sebagai penyebab utama keluhan nyeri kaki pada pengguna *e-scooter*.
- Sampel penelitian dianggap mewakili populasi pengguna *e-scooter* di lingkungan kampus Telkom University, khususnya pada mahasiswa Teknik Industri.

I.6 Sistematika Laporan

Tugas akhir ini membahas perancangan ulang *platform e-scooter V1* dengan tujuan meningkatkan kenyamanan pengguna, khususnya dalam mengurangi nyeri kaki. Metode yang digunakan adalah Nordic Body Map (NBM) untuk mengidentifikasi keluhan pada area tubuh bagian bawah. Laporan ini disusun dalam beberapa bab yang menjelaskan tahapan penelitian secara sistematis.

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan latar belakang penelitian, termasuk masalah yang sering dialami pengguna *e-scooter* akibat desain *platform* yang kurang ergonomis. Selain itu, dibahas pula rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat, batasan, asumsi, serta struktur penulisan. Fokus utama adalah pentingnya perancangan ulang *platform* untuk mengurangi ketidaknyamanan pada kaki.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini, dijelaskan teori-teori pendukung terkait desain ergonomis, biomekanika kaki, serta metode Nordic Body Map (NBM). Studi literatur mencakup penelitian sebelumnya mengenai dampak desain *platform* terhadap kenyamanan pengguna, serta solusi yang pernah diusulkan untuk mengurangi tekanan pada kaki.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini memaparkan pendekatan penelitian, termasuk teknik pengumpulan data melalui wawancara, observasi, dan kuesioner menggunakan Nordic Body Map (NBM). Selain itu, dijelaskan tahapan perancangan ulang *platform* dengan

memperhatikan aspek ergonomi.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian mencakup analisis keluhan pengguna, pengembangan konsep desain baru, dan uji coba prototipe *platform* yang dimodifikasi. Pembahasan meliputi evaluasi efektivitas desain baru dalam mengurangi nyeri kaki, serta perbandingan antara desain awal dan hasil perancangan ulang.

BAB V VALIDASI, ANALISIS HASIL, DAN IMPLIKASI

Bab ini berisi uji validasi dengan melibatkan pengguna *e-scooter* V1 untuk menilai kenyamanan *platform* hasil modifikasi. Analisis mencakup umpan balik pengguna, tingkat kepuasan, serta implikasi desain baru terhadap pengalaman berkendara.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bagian akhir menyajikan ringkasan temuan penelitian, kesimpulan mengenai efektivitas desain baru, serta rekomendasi untuk pengembangan lebih lanjut. Daftar pustaka dan lampiran disertakan sebagai pendukung data penelitian.