

Evaluasi Dan Perancangan Ulang Setang E-Scooter V1 Menggunakan Nordic Body Map (NBM) Dengan Responden Mahasiswa Teknik Industri Telkom University

1st Ni Made Nawangsari Adnyaputri
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
nawangsariad@student.telkomuniversit
y.ac.id

2nd Rino Andias Anugraha
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
rinoandias@telkomuniversity.ac.id

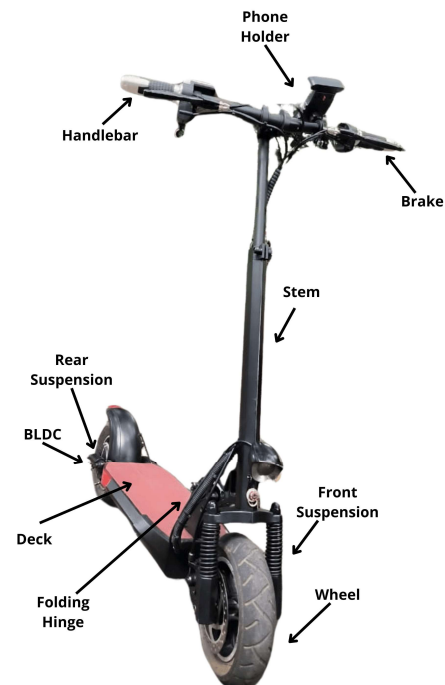
3rd Muhammad Iqbal
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
muhiqbal@telkomuniversity.ac.id

Abstrak— E-scooter V1 telah diperkenalkan sebagai solusi mobilitas mikro di Telkom University, namun aspek ergonomi, khususnya desain setang, belum dianalisis secara menyeluruh. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan merancang ulang setang e-scooter berdasarkan keluhan muskuloskeletal pengguna, menggunakan pendekatan gabungan metode Nordic Body Map (NBM) dan Rapid Upper Limb Assessment (RULA). Sebanyak 30 mahasiswa Teknik Industri dipilih sebagai responden menggunakan metode simple random sampling berdasarkan rumus Slovin. Uji coba dilakukan pada rute looping dari Gedung Manufaktur ke Gedung TULT. Setelah penggunaan, responden mengisi lembar NBM untuk mengidentifikasi keluhan tubuh. Hasil awal menunjukkan keluhan dominan pada lengan atas kiri (80%), lengan bawah kiri (80%), dan pergelangan tangan kanan (80%). Data tersebut dianalisis lebih lanjut dengan metode RULA, yang menunjukkan sebagian besar responden berada pada tingkat risiko sedang (skor 4), sehingga memerlukan intervensi ergonomis. Selanjutnya, dilakukan analisis antropometri berdasarkan tinggi badan dan panjang lengan responden untuk merancang ulang setang yang sesuai dengan postur mayoritas pengguna. Proses desain menggunakan pendekatan kuantitatif dengan rumus trigonometri dasar guna menentukan selisih tinggi optimal. Desain akhir berupa prototipe setang baru dengan fitur pengaturan tinggi (adjustable) untuk mengakomodasi variasi postur tubuh. Evaluasi statis menunjukkan penurunan keluhan pada NBM dan skor RULA menjadi risiko rendah hingga sedang. Hasil ini menunjukkan bahwa pendekatan berbasis data NBM dan RULA efektif dalam meningkatkan kenyamanan dan kesehatan pengguna, serta menjadi acuan pengembangan produk ergonomis di lingkungan kampus.

Kata kunci— E-scooter, Nordic Body Map, RULA, Setang, Ergonomi, Muskuloskeletal

I. PENDAHULUAN

Transportasi mikro seperti *e-scooter* telah berkembang pesat sebagai solusi mobilitas efisien dan ramah lingkungan. Namun, aspek ergonomi desain sering terabaikan, khususnya dalam lingkungan kampus yang memiliki karakteristik pengguna homogen.



GAMBAR 1

E-scooter V1 yang digunakan di Telkom University, dilaporkan menimbulkan keluhan pada pergelangan tangan dan lengan. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi keluhan ergonomi dan merancang ulang setang menggunakan pendekatan berbasis data pengguna. Penelitian menggunakan metode NBM untuk mendeteksi area tubuh yang bermasalah dan RULA untuk menilai risiko postur tubuh bagian atas. Tujuan akhir adalah menciptakan desain setang yang lebih ergonomis dan adaptif terhadap variasi postur tubuh pengguna.

II. KAJIAN TEORI

A. Ergonomi

Ergonomi adalah ilmu yang menyesuaikan antara kemampuan manusia dengan lingkungan kerja atau alat guna meningkatkan kenyamanan, keselamatan, dan efisiensi. Dalam konteks *e-scooter*, ergonomi penting untuk menghindari postur tubuh tidak alami yang dapat menyebabkan cedera.

B. *E-scooter*

E-scooter adalah kendaraan mikro bertenaga listrik yang dirancang untuk mobilitas jarak pendek. Keunggulannya meliputi ramah lingkungan, efisien, dan praktis, namun kurangnya desain ergonomis dapat menimbulkan risiko muskuloskeletal.

C. Nordic Body Map (NBM)

NBM merupakan metode subjektif untuk mengidentifikasi keluhan pada tubuh pengguna berdasarkan area spesifik. Penilaian dilakukan menggunakan skala likert untuk menilai tingkat ketidaknyamanan yang dialami.

D. Antropometri

Antropometri adalah ilmu yang mempelajari ukuran tubuh manusia, digunakan untuk merancang produk yang sesuai dengan dimensi tubuh pengguna. Dalam penelitian ini, data tinggi badan dan panjang lengan digunakan untuk menentukan tinggi optimal setang.

E. Muskuloskeletal Disorders (MSDs)

MSDs adalah gangguan pada otot, sendi, atau tulang akibat aktivitas berulang atau postur tidak ergonomis. Penggunaan *e-scooter* dengan desain setang yang tidak sesuai dapat meningkatkan risiko MSDs pada lengan dan pergelangan tangan.

F. Simple Random Sampling

Metode ini memberikan kesempatan yang sama bagi setiap anggota populasi untuk menjadi sampel. Dalam studi ini, digunakan untuk memastikan perwakilan yang adil dari mahasiswa Teknik Industri sebagai responden.

G. Rapid Upper Limb Assessment (RULA)

RULA adalah metode observasi untuk menilai risiko ergonomi pada postur tubuh bagian atas. Penilaian dilakukan dengan menghitung sudut tubuh dan menginterpretasikan skor risiko untuk menentukan perlunya intervensi.

H. Trigonometri Dasar

Trigonometri digunakan untuk menghitung perubahan tinggi setang berdasarkan sudut lengan dan panjang lengan bawah. Pendekatan ini memungkinkan desain setang yang sesuai dengan sudut ergonomis ideal pengguna.

III. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode deskriptif eksploratif untuk menganalisis keluhan ergonomi pada pengguna *e-scooter* V1, khususnya pada area tubuh bagian atas. Evaluasi dilakukan dengan mengombinasikan metode Nordic Body Map (NBM) dan Rapid Upper Limb Assessment (RULA), serta pendekatan antropometri dan trigonometri dasar untuk perancangan ulang setang. Proses penelitian meliputi pengumpulan data, pengolahan data, perancangan ulang desain (redesain), dan validasi solusi yang diusulkan.

A. Subjek dan Teknik Sampling

Responden dalam penelitian ini adalah mahasiswa aktif dari Program Studi Teknik Industri, Universitas Telkom. Pemilihan responden dilakukan menggunakan metode *simple random sampling*, dengan jumlah minimum responden

dihitung menggunakan rumus Slovin. Persamaan rumus Slovin dapat dilihat pada persamaan (1).

$$n = \frac{N}{1 + N \times e^2} \quad (1)$$

Keterangan:

$N = 1891$ (total mahasiswa Teknik Industri)

$e = 0,18$ (margin of error 18%)

$$n = \frac{1891}{1 + 1891 \times 0,18^2} = \frac{1891}{1 + 61,2684} = \frac{1891}{62,2684} = 30,37$$

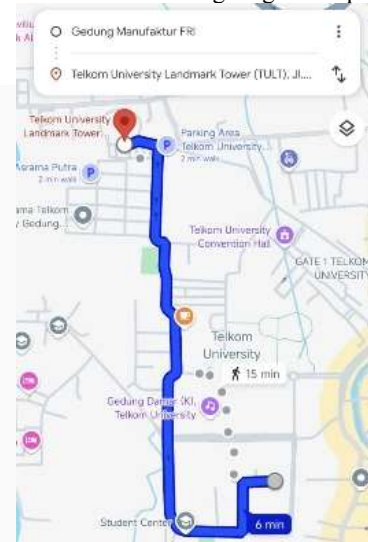
≈ 30 sampel

Dengan *margin of error* sebesar 18%, diperoleh total 30 responden yang berpartisipasi dalam studi ini.

B. Prosedur Pengumpulan Data

1. Simulasi Berkendara

Responden mengendarai *E-scooter* V1 melalui rute yang telah ditentukan secara looping dari Gedung Laboratorium Manufaktur ke Gedung TULT. Pengendara dilakukan pada kecepatan bervariasi untuk menyesuaikan dengan kondisi aktual penggunaan *e-scooter* di lingkungan kampus.



GAMBAR 2

2. Pengisian Lembar Nordic Body Map

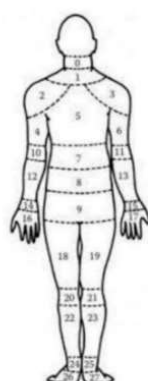
Setelah berkendara, responden diminta mengisi lembar Nordic Body Map, yang memuat 28 area tubuh dengan skala likert 1–4 (Tidak Sakit – Sangat Sakit). Pada studi kali ini fokus analisis ditujukan pada bagian tubuh atas (nomor 0–17).

KUISIONER NORDIC BODY MAP (NBM)

NAMA:	
BERAT BADAN:	
UMUR:	
TINGGI BADAN:	

Anda diminta untuk menilai apa yang anda rasakan pada bagian tubuh yang ditunjukkan pada table dan gambar dibawah ini. Pilih Tingkat kesakitan yang anda rasakan dengan memberikan tanda ✓ pada kolom pilihan anda.

No.	Jenis Keluhan	Tingkat Keluhan			
		Tidak Sakit	Agak Sakit	Sakit	Sangat Sakit
0	Sakit/ kaku di bagian leher atas				
1	Sakit/ kaku di bagian bawah leher				
2	Sakit/ kaku di bagian bahu kiri				
3	Sakit/ kaku di bagian bahu kanan				
4	Sakit/ kaku di bagian lengan atas kiri				
5	Sakit/ kaku di bagian punggung				
6	Sakit/ kaku di bagian lengan atas kanan				
7	Sakit/ kaku di bagian pinggang				
8	Sakit/ kaku di bagian belakang				
9	Sakit/ kaku di bagian siku kiri				
10	Sakit/ kaku di bagian siku kanan				
11	Sakit/ kaku di bagian siku kanan				
12	Sakit/ kaku di bagian lengan bawah kiri				
13	Sakit/ kaku di bagian lengan bawah kanan				
14	Sakit/ kaku di bagian pergelangan kiri				
15	Sakit/ kaku di bagian pergelangan kanan				
16	Sakit/ kaku di bagian tangan kiri				
17	Sakit/ kaku di bagian tangan kanan				

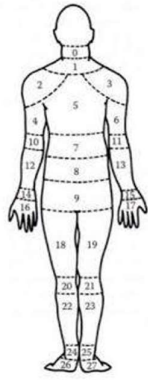


GAMBAR 3
KUISIONER NORDIC BODY MAP (NBM)

NAMA:	
BERAT BADAN:	
UMUR:	
TINGGI BADAN:	

Anda diminta untuk menilai apa yang anda rasakan pada bagian tubuh yang ditunjukkan pada table dan gambar dibawah ini. Pilih Tingkat kesakitan yang anda rasakan dengan memberikan tanda ✓ pada kolom pilihan anda.

No.	Jenis Keluhan	Tingkat Keluhan			
		Tidak Sakit	Agak Sakit	Sakit	Sangat Sakit
9	Sakit/ kaku di bagian pantat				
18	Sakit/ kaku di bagian paha kiri				
19	Sakit/ kaku di bagian paha kanan				
20	Sakit/ kaku di bagian lutut kiri				
21	Sakit/ kaku di bagian lutut kanan				
22	Sakit/ kaku di bagian betis kiri				
23	Sakit/ kaku di bagian betis kanan				
24	Sakit/ kaku di bagian pergelangan kaki kiri				
25	Sakit/ kaku di bagian pergelangan kaki kanan				
26	Sakit/ kaku di bagian telapak kaki kiri				
27	Sakit/ kaku di bagian telapak kaki kanan				



GAMBAR 4

3. Analisis Postur dengan RULA

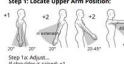
Salah satu responden dengan tinggi badan tertinggi dipilih sebagai sampel utama untuk analisis postur. Gambar statis responden saat mengendarai *e-scooter* diambil, kemudian dilakukan postur mapping menggunakan garis sudut untuk mengidentifikasi posisi lengan atas, lengan bawah, pergelangan tangan, leher, punggung, dan kaki. Pengukuran sudut ini digunakan untuk menghitung skor RULA berdasarkan tabel penilaian yang tersedia.

ERGONOMICS RULA Employee Assessment Worksheet

Task Name: _____ Date: _____

A. Arm and Wrist Analysis

Step 1: Locate Upper Arm Position:



Step 2: Locate Lower Arm Position:



Step 3: Locate Wrist Position:



Step 4: Wrist Twist:



Step 5: Look-up Posture Score in Table A:

Using values from steps 1-4 above, locate score in Table A.

Step 6: Add Muscle Use Score

Examine muscle use (0-10) for each muscle group. If 7 or more muscles are used, add +1. If 4-6 muscles are used, add +2. If 1-3 muscles are used, add +3.

Step 7: Add Foreload Score

Examine load (0-10) for each hand. If 4 or more lbs. (1.8 kg) or more, add +1. If 2-3 lbs. (0.9-1.4 kg) or more, add +2. If 1-1.5 lbs. (0.45-0.7 kg) or more, add +3.

Step 8: Find Row in Table C:

Add values from steps 5-7 to obtain final score. Use Table C.

B. Neck, Trunk and Leg Analysis

Step 9: Locate Neck Position:



Step 10: Locate Trunk Position:



Step 11: Legs:



Step 12: Look-up Posture Score in Table B:

Using values from steps 9-11 above, locate score in Table B.

Step 13: Add Muscle Use Score

Examine muscle use (0-10) for each muscle group. If 7 or more muscles are used, add +1. If 4-6 muscles are used, add +2. If 1-3 muscles are used, add +3.

Step 14: Add Foreload Score

Examine load (0-10) for each hand. If 4 or more lbs. (1.8 kg) or more, add +1. If 2-3 lbs. (0.9-1.4 kg) or more, add +2. If 1-1.5 lbs. (0.45-0.7 kg) or more, add +3.

Step 15: Find Column in Table C:

Add values from steps 12-14 to obtain final score. Use Table C.

Table A: Upper Arm Position

Upper Arm	Lower Arm	Wrist	Wrist Twist	Score
1	1	1	1	1
2	2	2	2	2
3	3	3	3	3
4	4	4	4	4
5	5	5	5	5
6	6	6	6	6
7	7	7	7	7
8	8	8	8	8
9	9	9	9	9
10	10	10	10	10

Table B: Neck, Trunk and Leg Position

Neck	Trunk	Legs	Score
1	1	1	1
2	2	2	2
3	3	3	3
4	4	4	4
5	5	5	5
6	6	6	6
7	7	7	7
8	8	8	8
9	9	9	9
10	10	10	10

Table C: Final Score

Upper Arm	Neck	Trunk	Legs	Score
1	1	1	1	1
2	2	2	2	2
3	3	3	3	3
4	4	4	4	4
5	5	5	5	5
6	6	6	6	6
7	7	7	7	7
8	8	8	8	8
9	9	9	9	9
10	10	10	10	10

GAMBAR 5

C. Pengolahan Data

1. Analisis NBM

Data dari lembar NBM direkapitulasi dan dihitung persentase pada tiap kategori skala. Nilai gabungan “Sakit” dan “Sangat Sakit” digunakan untuk menentukan titik prioritas perancangan ulang. Persentase dihitung dengan rumus berikut (2).

$$\text{Persentase} = \left(\frac{\text{Total Skor}}{\text{Total Skor Maksimal}} \right) \times 100 \quad (2)$$

2. Perhitungan Skor RULA

Skor dihitung berdasarkan sudut yang terbentuk dari hasil pemetaan postur statis responden. Penilaian dibagi menjadi dua kelompok:

- Bagian A: Lengan atas, lengan bawah, pergelangan tangan, dan twist pergelangan
 - Bagian B: Leher, batang tubuh, dan kaki
- Nilai skor akhir RULA menunjukkan tingkat risiko ergonomi dan kebutuhan intervensi. Skor ≥ 5 menunjukkan perlu perubahan segera.

3. Redesain Tinggi Setang

Redesain dilakukan berdasarkan perubahan sudut ergonomis lengan dari kondisi awal ke sudut optimal. Selanjutnya dilakukan pengukuran panjang lengan bawah responden. Selisih ketinggian setang dihitung menggunakan rumus trigonometri dasar (3).

$$X = b \times (\sin(\theta_2) - \sin(\theta_1)) \quad (3)$$

Keterangan:

X = selisih ketinggian setang

b = panjang lengan bawah

θ_1 = sudut awal

θ_2 = sudut akhir yang diharapkan

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Identifikasi Keluhan Menggunakan Nordic Body Map

Setelah 30 responden mengendarai *E-scooter* V1 pada rute kampus, lalu responden mengisi lembar Nordic Body Map untuk mencatat keluhan fisik yang dirasakan. Hasil rekapitulasi persentase skor NBM ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

Hasil Pengukuran Nordic Body Map (NBM)					
No.	Jenis Keluhan	Persentase Skor Skala Likert			
		Tidak Sakit	Agak Sakit	Sakit	Sangat Sakit
0	Sakit/ kaku di bagian leher atas	70%	20%	10%	0%
1	Sakit/ kaku di bagian bawah leher	10%	70%	10%	10%
2	Sakit/ kaku di bagian bahu kiri	0%	30%	70%	0%
3	Sakit/ kaku di bagian bahu kanan	0%	40%	60%	0%
4	Sakit/ kaku di bagian lengan atas kiri	0%	20%	70%	10%
5	Sakit/ kaku di bagian punggung	40%	30%	30%	0%
6	Sakit/ kaku di bagian lengan atas kanan	10%	50%	40%	0%
7	Sakit/ kaku di bagian pinggang	70%	10%	20%	0%
8	Sakit/ kaku di bagian bokong	50%	20%	30%	0%
10	Sakit/ kaku di bagian siku kiri	20%	10%	60%	10%
11	Sakit/ kaku di bagian siku kanan	20%	30%	40%	10%
12	Sakit/ kaku di bagian lengan bawah kiri	10%	10%	40%	40%
13	Sakit/ kaku di bagian lengan bawah kanan	10%	30%	30%	30%
14	Sakit/ kaku di bagian pergelangan kiri	0%	20%	60%	20%
15	Sakit/ kaku di bagian pergelangan kanan	0%	20%	50%	30%
16	Sakit/ kaku di bagian tangan kiri	10%	20%	50%	20%
17	Sakit/ kaku di bagian tangan kanan	10%	20%	50%	20%
9	Sakit/ kaku di bagian pantat	80%	10%	10%	0%
18	Sakit/ kaku di bagian paha kiri	30%	10%	60%	0%
19	Sakit/ kaku di bagian paha kanan	40%	10%	50%	0%
20	Sakit/ kaku di bagian lutut kiri	20%	30%	40%	10%
21	Sakit/ kaku di bagian lutut kanan	20%	50%	20%	10%
22	Sakit/ kaku di bagian betis kiri	0%	20%	40%	40%
23	Sakit/ kaku di bagian betis kanan	0%	60%	20%	20%
24	Sakit/ kaku di bagian pergelangan kaki kiri	50%	10%	30%	10%
25	Sakit/ kaku di bagian pergelangan kaki kanan	40%	30%	30%	0%
26	Sakit/ kaku di bagian telapak kaki kiri	40%	0%	50%	10%
27	Sakit/ kaku di bagian telapak kaki kanan	40%	10%	50%	0%

GAMBAR 6

Pada tabel ditampilkan keluhan yang berfokus pada lengan dan pergelangan tangan. Hal tersebut berkaitan langsung dengan aktivitas menggenggam dan mengontrol setang. Hal ini mengindikasikan bahwa tinggi dan posisi setang tidak sesuai dengan postur tubuh mayoritas responden.

B. Hasil Penilaian Postur Menggunakan RULA

Salah satu responden yang memiliki tinggi badan paling tinggi (175 cm) dipilih untuk dianalisis posturnya saat menggunakan *e-scooter* V1. Pemilihan ini dilakukan dengan asumsi bahwa skor RULA yang dihasilkan akan lebih tinggi dan mampu mewakili responden yang memiliki skor RULA dibawahnya, terutama dalam kasus pengaruh ketinggian setang *e-scooter*. Responden RULA akan difoto dalam kondisi statis, lalu dilakukan *postur mapping* untuk mengukur sudut pada bagian tubuh atas dan bawah.



GAMBAR 7

ERGONOMICS RULA Employee Assessment Worksheet

Task Name: _____ Date: _____

A. Arm and Wrist Analysis

Step 1: Locate Upper Arm Position:

Upper Arm Score: 1

Step 2: Locate Lower Arm Position:

Lower Arm Score: 2

Step 3: Locate Wrist Position:

Wrist Score: 3

Step 4: Add Force/Load Score

Force / Load Score: 0

Step 5: Find Row in Table C

Wrist & Arm Score: 4

B. Neck, Trunk and Leg Analysis

Step 6: Locate Neck Position:

Neck Score: 3

Step 7: Locate Trunk Position:

Trunk Score: 2

Step 8: Locate Leg Position:

Leg Score: 1

Step 9: Add Force/Load Score

Force / Load Score: 0

Step 10: Find Column in Table C

Neck, Trunk, Leg Score: 4

Table A: Upper Arm

Upper Arm	Wrist	Wrist	Wrist	Wrist	Wrist
Twist	Twist	Twist	Twist	Twist	Twist
1	1	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9

Table B: Neck, Trunk, Leg

Neck	Trunk	Leg	Neck	Trunk	Leg
Posture	Posture	Posture	Posture	Posture	Posture
1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9

Table C: RULA Score

Wrist & Arm Score	Neck, Trunk, Leg Score	RULA Score
1	1	2
2	2	3
3	3	4
4	4	5
5	5	6
6	6	7
7	7	8
8	8	9
9	9	10

GAMBAR 8

Berdasarkan gambar tersebut, dapat dianalisis sudut dan skor RULA, sebagai berikut.

- Lengan atas: 13° → skor 1
- Lengan bawah: 136° → skor 2
- Pergelangan tangan: menekuk 30° → skor 3
- Wrist twist: telapak tangan menelungkup → skor 2
- Leher membungkuk: 55° → skor 3
- Punggung condong: → skor 2
- Kaki stabil: → skor 1

Skor RULA yang dihasilkan sebesar 4, menandakan dibutuhkan pemeriksaan dan tindakan lanjutan serta adanya perubahan secara perlahan.

TABEL 1

Kategori	Deskripsi
Action level 1	Skor RULA 1-2 yang menunjukkan bahwa postur tubuh dapat diterima jika tidak dipertahankan atau tidak berulang dalam periode yang lama.
Action level 2	Skor RULA 3-4 menunjukkan bahwa penyelidikan lebih lanjut diperlukan dan perubahan mungkin diperlukan.

Action level 3	Skor RULA 5-6 menunjukkan penyelidikan dan perubahan diperlukan segera.
Action level 4	Skor RULA ≥ 7 menunjukkan penyelidikan dan perubahan diperlukan langsung saat ini.

C. Redesain Setang (Pendekatan Trigonometri dan Antropometri)

Dari hasil analisis sebelumnya, dilakukan redesain tinggi setang menggunakan rumus trigonometri dasar. Penggunaan rumus ini didasarkan pada prinsip hubungan antara sudut, panjang sisi, dan komponen vertikal dari lengan saat memegang setang. Berikut adalah perhitungan selisih tinggi pada setang responden RULA.

Diketahui:

$b = 25\text{cm}$ (panjang lengan bawah)

$\theta_1 = 136^\circ$ (sudut awal)

$\theta_2 = 120^\circ$ (sudut akhir yang diharapkan)

Langkah-langkah pengerjaan rumus:

- Hitung sudut terhadap horizontal.

$$\alpha_1 = 180^\circ - \theta_1 \quad (4)$$

$$\alpha_1 = 180^\circ - 136^\circ = 44^\circ$$

$$\alpha_2 = 180^\circ - \theta_2 \quad (5)$$

$$\alpha_2 = 180^\circ - 110^\circ = 70^\circ$$

- Komponen vertikal dari lengan bawah untuk masing-masing sudut.

$$y_1 = b \times \sin 44^\circ \quad (6)$$

$$y_1 = 25 \times \sin 44^\circ = 25 \times 0,6946 = 17,365$$

$$y_2 = b \times \sin 70^\circ \quad (7)$$

$$y_2 = 25 \times \sin 70^\circ = 25 \times 0,9396 = 23,49$$

- Selisih kenaikan tinggi setang.

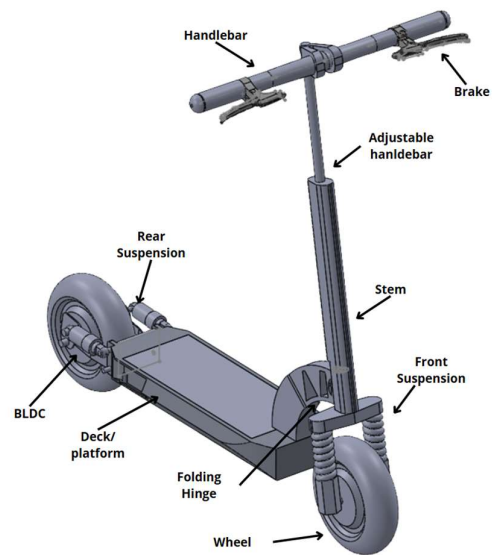
$$X = y_2 - y_1 = 23,49 - 17,365 = 6,125 \approx 6\text{ cm} \quad (8)$$

Didapatkan hasil selisih tinggi setang *e-scooter* sebesar 6 cm. Maka untuk maksimal tinggi setang *e-scooter* V2 akan menjadi 96 cm. Setelah mendapatkan ukuran maksimal untuk *adjustable* setang *e-scooter*, selanjutnya perhitungan akan dilakukan pada beberapa kategori tinggi badan dari mahasiswa Teknik Industri di Telkom University menggunakan rumus yang sama. Dari perhitungan tersebut, dihasilkan tabel rekomendasi ukuran setang menyesuaikan tinggi badan pengguna.

TABEL 2

Tinggi badan	Rekomendasi tinggi setang
155cm -159cm	91cm
160cm-164cm	92cm
165cm-169cm	92,5cm
170cm-174cm	93cm
$\geq 175\text{cm}$	96cm

Setelah perhitungan tersebut, selanjutnya akan dilakukan proses redesain dengan menggunakan software 3D.



GAMBAR 9



GAMBAR 10

D. Hasil Validasi dan Perbandingan Desain

Setelah dilakukan redesain setang dan dibuat prototipe berbasis CAD (dengan fitur *adjustable height*), selanjutnya dilakukan uji statis ulang terhadap responden yang sama.



GAMBAR 11

GAMBAR 12

Hasil pengukuran ulang dengan metode RULA menunjukkan skor turun dari 4 menjadi 3. Skor tersebut masuk dalam kategori risiko rendah. Setelah penerapan desain usulan, postur pengguna membaik dengan sudut tubuh lebih netral, termasuk sudut fleksi lengan bawah yang menjadi 110°, sesuai sudut ergonomis ideal. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan ergonomi berbasis data pengguna efektif dalam meningkatkan kenyamanan dan keselamatan pengguna.

V. KESIMPULAN

Penelitian ini membuktikan bahwa desain setang *E-scooter* V1 yang tidak sesuai dengan ukuran tubuh pengguna dapat menyebabkan keluhan pada lengan dan pergelangan tangan akibat postur berkendara yang kurang nyaman. Dengan menggabungkan metode Nordic Body Map (NBM) untuk mengetahui keluhan pengguna dan Rapid Upper Limb Assessment (RULA) untuk menilai postur tubuh, penelitian ini berhasil mengidentifikasi bagian tubuh yang mengalami tekanan berlebih. Perbaikan desain setang dilakukan berdasarkan data tinggi badan dan panjang lengan pengguna, serta perhitungan sudut lengan menggunakan rumus

trigonometri. Hasilnya, desain baru mampu memperbaiki postur berkendara, menurunkan skor RULA dan mengurangi keluhan fisik yang sebelumnya dirasakan. Desain setang baru ini tidak hanya meningkatkan kenyamanan dan keamanan, tetapi juga dapat menjadi acuan untuk pengembangan *e-scooter* ergonomis di lingkungan kampus atau area lain yang memiliki karakteristik pengguna serupa. Penelitian ini memberikan contoh bahwa desain produk yang disesuaikan dengan data pengguna dapat meningkatkan pengalaman berkendara dan mencegah risiko gangguan kesehatan di masa depan.

REFERENSI

- [1] A. Ahmad *et al.*, **Pengukuran Musculoskeletal dan Integumen**, Cet. 1. Nas Media Indonesia, 2023. [Online]. Available: https://www.google.co.id/books/edition/PENGUKURAN_MUSCULOSKELETAL_DAN_INTEGUMEN/ohYDEQAAQBAJ
- [2] A. F. Aras, R. Daumi, and E. Putra, "Perancangan meja laptop portable yang ergonomis untuk penyandang cerebral palsy dengan pendekatan antropometri," *Jurnal Inovator*, vol. 1, no. 1, 2018. [Online]. Available: <https://ojs.politeknikjambi.ac.id/index.php/inovator/article/download/112/65>
- [3] Z. Djuanaidi and R. Arnur, "Risiko ergonomi ketidaksesuaian desain dan ukuran tempat duduk sepeda motor terhadap antropometri pada mahasiswa," *Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional*, vol. 9, no. 3, 2015. [Online]. Available: <https://scholarhub.ui.ac.id/cgi/viewcontent.cgi?article=1839&context=kesmas>
- [4] S. Dündar, *Micromobility: Perspectives from Engineering, Urban Planning, Health Sciences and Social Sciences*. Springer, 2025. [Online]. Available: <https://www.google.co.id/books/edition/Micromobility/qCVAEQAAQBAJ>
- [5] Fitri, **Modul Ergonomi dan Aplikasinya**, Cet. 1. Mega Press Nusantara, 2023. [Online]. Available: https://www.google.co.id/books/edition/MODUL_ERGONOMI_DAN_APLIKASINYA/F4bYEAAAQBAJ
- [6] Y. D. Hasyti, **Memahami Tingkat Risiko Ergonomi Pada Pekerja Divisi Coating Pan**, Cet. 1. Mega Press Nusantara, 2023. [Online]. Available: https://www.google.co.id/books/edition/Memahami_Tingkat_Risiko_Ergonomi_Pada_Pe/IGZEEQAAQBAJ
- [7] K. Kazemzadeh and F. Sprei, "The Effect of Shared E-scooter Programs on Modal Shift: Evidence from Sweden," 2023. doi: 10.2139/ssrn.4494457
- [8] R. Krismanto and N. Hidayat, "Identifikasi resiko ergonomi dengan metode Nordic Body Map terhadap operator final inspection di PT. JKLM," *Prosiding SAINTEK: Sains dan Teknologi*, vol. 1, no. 1, 2022. [Online]. Available: <https://jurnal.pelitabangsa.ac.id/index.php/SAINTEK/article/download/1375/909>

- [9] I. Kuorinka *et al.*, "Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms," *Applied Ergonomics*, vol. 18, no. 3, pp. 233–237, 1987.
- [10] V. Livandy and T. H. Setiadi, "Prevalensi gangguan muskuloskeletal pada pekerja konfeksi bagian penjahitan di Kecamatan Pademangan Jakarta Utara periode Januari 2016," *Tarumanegara Medical Journal*, vol. 1, no. 1, 2018. [Online]. Available: https://www.academia.edu/download/111141966/admin_2C_Vincent_Livandy_Tjie_haming_Setiadi.pdf
- [11] R. Lueder, "A Proposed RULA for Computer Users," *Ergonomics Summer Workshop*, 1996. [Online]. Available: https://www.academia.edu/17449435/A_Proposed_RULA_for_Computer_Users
- [12] Majdina, Pratikno, and Tripena, "Penentuan ukuran sampel menggunakan rumus Bernoulli dan Slovin: konsep dan aplikasinya," *Jurnal Ilmiah Matematika dan Pendidikan Matematika (JMP)*, vol. 16, no. 1, 2024. [Online]. Available: <https://jos.unsoed.ac.id/index.php/jmp/article/view/11230/5394>
- [13] Laboratorium APK&E Universitas Telkom, *Modul Laboratorium APK&E*, 2024.
- [14] S. Pheasant and C. M. Haslegrave, **BodySpace: Anthropometry, Ergonomics, and the Design of Work**, 3rd ed. Taylor & Francis, 2005. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?id=nwfvSbuyBdMC>
- [15] I. Z. Sitalaksana, **Teknik Tata Cara Kerja**, ITB, 1979.
- [16] A. Syahbana, **Trigonometri Dasar**, Deepublish, 2015. [Online]. Available: https://www.google.co.id/books/edition/Trigonometri_dasar/x4xgEQAAQBAJ
- [17] A. Syaputra, "Implementasi metode random sampling pada animasi motion graphic herbisida dan fungisida," *Jurnal SISFOKOM*, vol. 11, no. 2, 2022. [Online]. Available: <https://scholar.archive.org/.../article/download/1370/817>