

PERANCANGAN KONFIGURASI TINGGI SETANG, SADEL, DAN PEDAL SEPEDA YANG ERGONOMIS

Lusi Susanti¹, Yogi Hendra Agustion²

^{1,2}Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Andalas, Padang

Email: lusi@ft.unand.ac.id, yogi.agustion@yahoo.com

Abstract

The bike is still one of the favorite mode of transportation as it is cheaper and environmentally friendly. However, some problems are still arise in current bicycle design, one of which is a discrepancy between dimensions of the bike with anthropometry of the user. This has resulted in unneutral and uncomfortable posture for the users. This study focuses on providing optimum configuration of distance from saddle to pedal, height of handle-bar, and distance from handle-bar to saddle of the bike. Some physiological parameters such as percentage of CVL (cardiovascular limit), energy consumption and Posture Evaluation index are measured to determine the optimum distance of handle-bar, distance from handle-bar to saddle, and distance from saddle to pedal. Results show that it is necessary to modify the current dimension of bike to accommodate three posture categories of Indonesia population: small posture (P5), medium (P50) and large posture (P95).

Keywords: Bicycle, configuration, handlebar, saddle, pedal, ergonomics

Abstrak

Sepeda masih menjadi salah satu moda transportasi yang digemari karena murah dan lebih ramah lingkungan. Namun begitu, sejumlah permasalahan masih banyak ditemukan pada rancangan sepeda yang saat ini banyak digunakan, salah satunya adalah ketidaksesuaian antara dimensi sepeda dengan antropometri pengguna. Hal ini telah menyebabkan ketidaknyamanan pada postur pengguna sepeda. Penelitian ini merekomendasikan konfigurasi optimum dari ukuran dan jarak antara setang, sadel dan pedal. Penelitian dilakukan di laboratorium dengan sejumlah responden diminta mengayuh sepeda dengan konfigurasi setang, sadel dan pedal yang sudah diatur sedemikian rupa sehingga nyaman bagi pengguna. Parameter fisiologi kerja seperti persentase CVL, konsumsi energi dan Posture Evaluation Index (PEI) digunakan sebagai acuan penyusunan dimensi sepeda yang baru. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa perlu dilakukan perubahan terhadap konfigurasi tinggi setang, sadel dan pedal dari sepeda yang ada saat ini menjadi tiga kategori, agar dapat digunakan dengan nyaman oleh populasi orang Indonesia dengan postur kecil (P5), sedang (P50) dan tinggi (P95).

Kata kunci: Sepeda, Konfigurasi, Setang, Sadel, Pedal, Ergonomis

1. PENDAHULUAN

Sepeda adalah kendaraan beroda dua atau tiga, mempunyai setang, tempat duduk, dan sepasang pengayuh yang digerakkan kaki untuk menjalankannya [1]. Menurut data Earth Policy Institute, produksi sepeda dunia sebesar 94 juta per tahun dalam kurun 1990-2002, dan telah meningkat menjadi 130 juta pada 2007. Hal ini disebabkan bersepeda bisa memperbaiki sistem pernapasan, menurunkan polusi udara, mereduksi obesitas, serta

meningkatkan kebugaran fisik. Akan tetapi, angka kecelakaan bersepeda di dunia juga terus meningkat setiap tahunnya. Kecelakaan-kecelakaan tersebut dapat disebabkan oleh desain sepeda yang belum ergonomis, karena dimensi sepeda yang tidak sesuai dengan antropometri pengguna. Sehingga mengakibatkan banyak orang yang harus membungkuk saat menggunakan sepeda [2].

Penelitian pendahuluan terhadap 30 orang responden yang mengendarai sepeda dari Gerbang menuju Koperasi Mahasiswa

Universitas Andalas menunjukkan terdapat 17 dari 28 bagian tubuh responden yang memperoleh persentase rasa sakit yang lebih besar setelah bersepeda berdasarkan kuesioner *nordic body map*. Selain itu, juga diperoleh nilai beban kerja fisiologis berupa %CVL sebesar 55,74%, yang berada pada kategori tinggi [3]. Salah satu penyebab timbulnya kelelahan pada pengguna setelah menggunakan sepeda adalah akibat desain sepeda yang belum ergonomis.

Untuk menyelesaikan permasalahan tersebut, maka perlu dilakukan pengujian ketinggian pedal, tinggi setang, serta jarak setang ke sadel dari sepeda, karena keluhan yang dirasakan pengguna sepeda pada bagian-bagian tubuh saat penelitian pendahuluan tersebut sangat berkaitan dengan dimensi tinggi setang, jarak setang ke sadel serta jarak pedal dan sadel pada sepeda. Sehingga dapat diusulkan perbaikan dimensi sepeda yang lebih ergonomis menyangkut tinggi setang, jarak setang ke sadel serta jarak antara sadel dan pedal.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ergonomi

Ergonomi berasal dari bahasa Yunani yang terdiri atas dua kata yaitu, *ergon* yang artinya kerja dan *nomos* yang artinya peraturan atau hukum. Sehingga secara harfiah ergonomi diartikan sebagai peraturan tentang bagaimana melakukan kerja, termasuk sikap kerja [4].

2.1.1 Antropometri

Antropometri adalah sekumpulan data numerik yang berhubungan dengan karakteristik fisik tubuh manusia ukuran, bentuk, dan kekuatan serta penerapan dari data tersebut untuk penanganan masalah desain [4]. Sebagian besar data antropometri menyatakan data hasil pengukurannya dalam bentuk persentase (persentil). Dalam pengumpulan data, ukuran umumnya dibagi menjadi 100 tingkat, yang dianggap mewakili seluruh nilai, yaitu dari nilai yang terendah sampai dengan nilai yang tertinggi [5].

2.1.2 Biomekanika

Biomekanika adalah suatu ilmu pengetahuan yang merupakan kombinasi dari ilmu fisika (khususnya mekanika) dan teknik, dengan berdasar pada biologi dan juga pengetahuan lingkungan kerja [6].

2.2 Posture Evaluation Index

Metode PEI dikembangkan oleh Francesco Caputo, Giuseppe Di Gironimo, dan Adelaide Marzano dari University of Naples Frederico II, Italia. Tujuan dari penggunaan metode ini adalah untuk melakukan optimalisasi terhadap berbagai konfigurasi fitur geometri pada sebuah stasiun kerja [7].

$$PEI = I1 + I2 + I3 \cdot mr \quad (1)$$

dengan:

$$I1 = LBA/3400 \text{ N}$$

$$I2 = OWAS/4$$

$$I3 = RULA/7$$

$$mr = \text{implification factor} = 1,42$$

Parameter tingkat injury dari nilai *Posture Evaluation Index* (PEI) dapat ditampilkandalam Tabel 1.

Tabel 1. Kategori Nilai PEI

Nilai PEI	Tingkat Injury
0	Tidak kritis
1	<i>Low injury</i>
2	<i>Middle-low injury</i>
3	<i>Middle-high injury</i>
4	<i>High injury</i>

(Sumber: Di Gironimo, 2006)

2.3 Penilaian Beban Kerja Fisik

Menentukan klasifikasi beban kerja berdasarkan peningkatan denyut nadi kerja yang dibandingkan dengan denyut nadi maksimum karena beban kardiovaskuler *cardiovascular load* = %CVL) dapat dihitung dengan Rumus 2 [8].

$$\%CVL = \frac{100 \times (\text{Denyut Nadi Kerja} - \text{Denyut Nadi Istirahat})}{\text{Denyut Nadi Maksimum} - \text{Denyut Nadi Istirahat}} \quad (2)$$

Hubungan antara konsumsi energi dengan jumlah denyut jantung permenit dapat dirumuskan melalui pendekatan kuantitatif dengan menggunakan analisis regresi. Bentuk regresi hubungan energi dengan kecepatan denyut jantung adalah regresi kuadratik dengan persamaan 3 :

$$Y = 1,80411 - 0,0229038X + 4,71733 \cdot 10^{-4} X^2 \quad (3)$$

dimana

$$Y = \text{Energi (kkal/menit)}$$

$$X = \text{Kecepatan denyut jantung (denyut/min)}$$

Sehingga konsumsi energi selama bekerja/ beraktivitas dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$KE = E_t - E_i \quad (4)$$

Dimana:

E = konsumsi energi total (kkal/min)

E_t = Konsumsi energi saat bekerja (kkal/min)

E_i = konsumsi energi saat istirahat (kkal/min)

3. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian merupakan langkah-langkah yang dilakukan dalam melaksanakan sebuah penelitian. Gambar 1 memperlihatkan *flowchart* metodologi penelitian ini.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Penentuan Konfigurasi

Langkah pertama yang dilakukan dalam penelitian ini adalah menetapkan ukuran konfigurasi setang, sadel dan pedal yang akan diujikan kepada responden. Dasar penentuan ukuran konfigurasi tersebut adalah dimensi antropometri orang Indonesia.

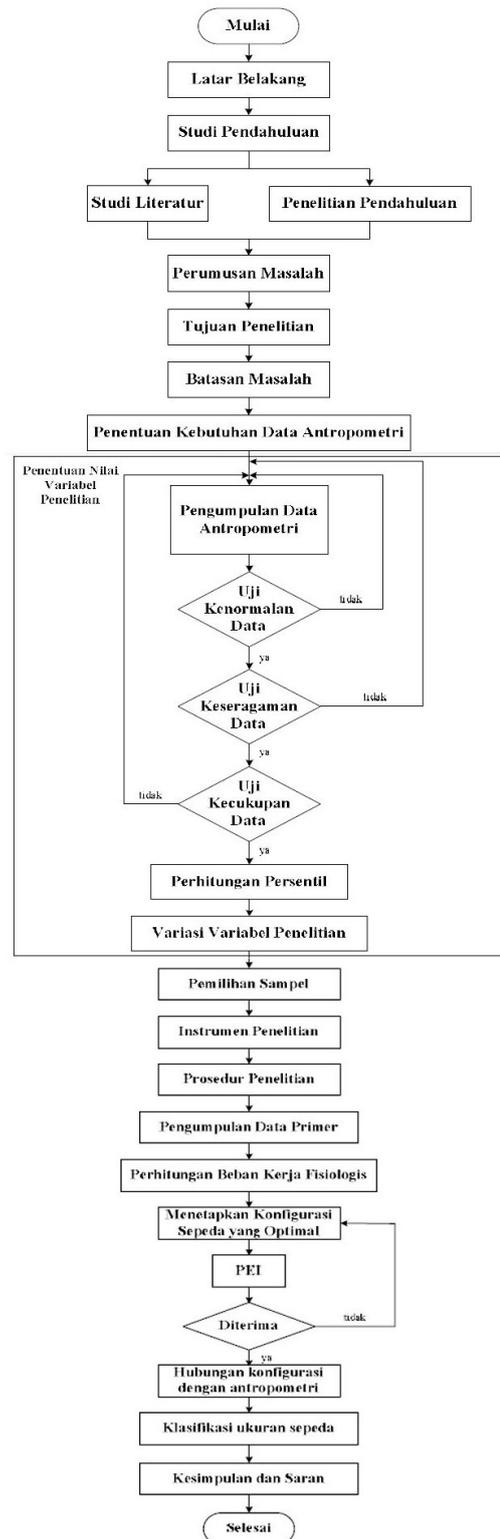
Sebanyak 632 (311 laki-laki, 321 perempuan) mahasiswa Teknik Industri Universitas Andalas diukur dan dianalisis data antropometri mereka yang relevan dengan kebutuhan penentuan dimensi jarak setang, sadel dan pedal sepeda yang akan diteliti. Adapun dimensi antropometri yang dibutuhkan adalah:

1. Panjang kaki bagian dalam
2. Tinggi bahu duduk
3. Panjang tangan

Data antropometri tersebut diolah dan dianalisis untuk mendapatkan nilai persentil 5, 50 dan 95, yang diasosiasikan dengan tiga konfigurasi yang berbeda, dimana jarak dari masing-masing setang, sadel dan pedal mengacu kepada nilai persentil tersebut, sebagaimana terlihat pada Tabel 2.

4.2 Penentuan Sampel

Tahap berikutnya yang dilakukan setelah konfigurasi sepeda ditetapkan adalah dengan memilih responden yang akan diminta melakukan aktivitas di sepeda statis untuk pengambilan data-data fisiologis akibat perbedaan konfigurasi sepeda.



Gambar 1. Metodologi Penelitian

Tabel 2. Konfigurasi dan Dimensi (cm)

Konfigurasi ke-	Persentil	Jarak Pedal ke Sadel (cm)	Tinggi Setang dari Sadel (cm)	Jarak Setang ke Sadel (cm)
1	5	68,43	7,18	42,41
2	50	76,55	8,02	49,44
3	95	84,68	8,83	56,48

Penelitian ini melibatkan 30 responden dimana semuanya adalah mahasiswa dengan berbagai ukuran dimensi tubuh yang berbeda. Setiap responden diminta untuk menaiki sepeda statis yang telah disiapkan, dan melakukan aktivitas mengayuh sepeda untuk setiap konfigurasi yang berbeda, masing-masingnya selama 30 menit. Istirahat yang cukup diberikan untuk setiap pergantian konfigurasi agar responden berada dalam kondisi *full recovery* sebelum memulai eksperimen berikutnya.

4.3 Perhitungan Beban Kerja Fisiologis

Hasil perhitungan %CVL untuk masing-masing responden pada setiap konfigurasi dapat dilihat pada Tabel 3, sedangkan hasil perhitungan konsumsi energi untuk masing-masing responden pada setiap konfigurasi dapat dilihat pada Tabel 4.

Berdasarkan hasil pengukuran %CVL dan konsumsi energi dapat direkapitulasi konfigurasi sepeda optimal masing-masing responden pada Tabel 5.

Tabel 3. Nilai %CVL

Responden ke-	Konfigurasi ke-		
	1	2	3
1	28.17	49.15	-
2	24.29	32.70	-
3	15.65	15.31	27.35
4	31.90	27.29	38.09
5	15.19	8.56	8.86
6	3.51	3.33	5.00
7	36.49	37.31	-
8	28.71	32.56	-
9	26.24	41.16	-
10	17.93	30.80	43.50
11	6.37	19.63	31.79
12	11.84	17.44	37.56
13	22.27	15.83	14.47
14	13.63	9.61	22.96
15	17.04	8.82	6.94
16	13.10	15.12	-
17	51.77	36.71	78.73
18	32.50	31.79	47.11
19	10.54	12.61	8.07
20	12.05	14.92	9.37
21	38.97	55.06	-
22	10.85	10.78	12.81
23	15.19	13.49	22.84
24	12.33	11.80	12.96
25	5.12	6.23	5.08
26	15.46	16.06	25.54
27	8.13	7.36	12.73
28	10.09	12.93	9.55
29	34.50	35.51	48.46
30	18.56	17.96	21.19

Tabel 4. Konsumsi energi (kkal/menit)

Responden ke-	Konfigurasi ke-		
	1	2	3
1	1.81	3.61	-
2	1.54	2.10	-
3	0.94	0.89	1.73
4	2.10	1.68	2.41
5	1.01	0.58	0.62
6	0.24	0.23	0.34
7	2.49	2.56	-
8	1.89	2.19	-
9	1.72	2.96	-
10	1.13	2.08	2.68
11	0.38	1.24	1.82
12	0.72	1.09	2.62
13	1.67	1.12	1.04
14	0.99	0.71	1.79
15	1.34	0.65	0.51
16	0.80	0.94	-
17	4.01	2.49	6.00
18	2.11	2.11	3.30
19	0.77	0.92	0.58
20	0.87	1.10	0.69
21	2.58	4.02	-
22	0.77	0.78	0.95
23	1.14	1.01	1.83
24	0.88	0.86	0.96
25	0.33	0.40	0.33
26	0.91	0.94	1.60
27	0.52	0.48	0.86
28	0.71	0.92	0.68
29	2.28	2.34	3.37
30	1.38	1.36	1.66

Dari hasil perhitungan %CVL dan konsumsi energi dilakukan analisis statistik untuk melihat rentang acceptability dari responden terhadap nilai %CVL dan konsumsi energi dari ketiga konfigurasi,. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Konfigurasi Sepeda Optimal

Responden ke-	Konfigurasi Terpilih	Responden ke-	Konfigurasi Terpilih
1	1	16	1
2	1	17	2
3	2	18	2
4	2	19	3
5	2	20	3
6	2	21	1
7	1	22	2
8	1	23	2
9	1	24	2
10	1	25	3
11	1	26	1
12	1	27	2
13	3	28	3
14	2	29	1
15	3	30	2

4.4 Evaluasi Konfigurasi dengan PEI

Hasil perhitungan *Posture Evaluation Index* (PEI) dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Perhitungan PEI

Responden ke-	Konfigurasi Terpilih	LBA	OWAS	RULA	PEI
1	1	219.08	2	6	1.78
2	1	215.07	2	6	1.78
3	2	256.00	2	6	1.79
4	2	279.08	2	6	1.80
5	2	252.30	2	6	1.79
6	2	259.38	2	6	1.79
7	1	234.76	2	6	1.79
8	1	236.61	2	6	1.79
9	1	238.15	2	6	1.79
10	1	232.00	2	6	1.79
11	1	297.85	2	6	1.80
12	1	213.53	2	6	1.78
13	3	297.54	2	6	1.80
14	2	290.46	2	6	1.80
15	3	277.54	2	6	1.80
16	1	255.07	2	6	1.79
17	2	275.08	2	6	1.80
18	2	258.15	2	6	1.79
19	3	248.61	2	6	1.79
20	3	265.84	2	6	1.80
21	1	215.99	2	6	1.78
22	2	243.07	2	6	1.79
23	2	239.38	2	6	1.79
24	2	257.23	2	6	1.79
25	3	339.08	2	6	1.82
26	1	268.61	2	6	1.80
27	2	269.84	2	6	1.80
28	3	260.00	2	6	1.79
29	1	228.61	2	6	1.78
30	2	399.70	2	6	1.83

Karena nilai PEI berada pada rentang 1 sampai 2 maka risiko cedera yang ditimbulkan masih sangat rendah, sehingga konfigurasi yang diusulkan ini dapat diterima.

Dari hasil perhitungan PEI ini dapat dilihat bahwa ternyata antropometri pengguna sepeda memiliki rentang ukuran yang cukup besar. Dapat dimengerti apabila pengguna sepeda yang berada pada kelompok populasi dengan persentil tubuh P5, akan cepat merasakan kelelahan apabila menggunakan sepeda ukuran standar yang saat ini banyak beredar di pasaran.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang dapat diperoleh adalah terdapat tiga ukuran sepeda sesuai dengan antropometri penggunanya, yaitu sepeda ukuran *small* untuk pengendara dengan antropometri persentil kecil, sepeda ukuran *medium* untuk pengendara dengan antropometri persentil sedang, dan sepeda ukuran *large* untuk pengendara dengan antropometri persentil besar.

Untuk perkembangan penelitian ini di masa yang akan datang perlu dilakukan kajian untuk beban otot yang diterima responden secara parsial pada saat menguji setiap konfigurasi sepeda serta penelitian dapat dikembangkan dengan menggunakan prototype masing-masing konfigurasi sepeda untuk mengevaluasi secara langsung pada lintasan nyata.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Alwi, *Kamus Besar Bahasa Indonesia*, Jakarta: Balai Pustaka, 2003.
- [2] B. E. Benjamin, "Cycling and Your Health", *Massage Therapy Journal*, 2004.
- [3] A. Harfri, *Penelitian Keluhan Bersepeda*, (unpublished)
- [4] E. Nurmianto, *Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya*, Surabaya: Prima Printing, 2004.
- [5] B. Palgunadi, *Disain Produk 3*, Bandung: Penerbit ITB, 2008.
- [6] S. Wignjosoebroto, *Ergonomi, Studi Gerak, dan Waktu*, Jakarta: Guna Widya, 2000.
- [7] F. Caputo *et al*, "Ergonomic Optimization of a Manufacturing System Work Cell in a Virtual Environment", *Acta Polytechnica*, vol. 46, pp. 5, 2006.
- [8] Tarwaka, *Ergonomi untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas*, Surakarta: Uniba Press, 2004.