

Rancang Bangun Tangga Ergonomis Di Lokasi Wisata Puncak Punthu Ngepoh Kulonprogo Menggunakan Analisis Biomekanika

Rifail Kasim¹, Jono²

Fakultas Sains dan Teknologi, Jurusan Teknik Industri,
Universitas Widy Mataram
Dalem Mangkubumen KT. III/237 Yogyakarta
Email :¹rifaikasim10@gmail.com, ²kartajono92@gmail.com

ABSTRAK

Penyediaan tangga sebagai fasilitas menuju obyek pariwisata di perbukitan merupakan hal yang sangat penting, karena dapat mengurangi potensi terjadinya cedera bagi para pengunjung. Di tempat pariwisata Puncak Punthu Ngepok untuk menuju ke beberapa lokasi belum ada tangga naik yang ergonomis, bahkan beberapa tempat belum dibuatkan tangga untuk naik sehingga perlu dibuatkan rancangan tangga dari beberapa tempat menuju lokasi yang ergonomis. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui besarnya energi *expenditure* yang dikeluarkan pengguna tangga di tiga tempat di pariwisata Puncak Punthu Ngepok Kulon Progo, agar dapat disimpulkan apakah tangga yang digunakan sudah ergonomis atau belum dan juga menentukan ukuran tangga dilihat dari hasil analisa biomekanika. Berdasarkan hasil dari perhitungan besar energy expenditure diketahui bahwa dari tangga pada ketiga tempat tersebut, termasuk katagori moderat sehingga perlu dilakukan analisis biomekanika untuk mencari besar gaya pada L5/S1. Besar gaya pada L5/S1 pada tangga pintu masuk pariwisata 229.92 N, tangga ke Puncak Punthu Ngepok 333.57 N, sedangkan pada tangga bawah puncak Punthu Ngepok 326.14 N. Kemudian peneliti memilih tangga pintu masuk pariwisata sebagai objek penelitian selanjutnya, karena gaya yang terjadi pada L5/S1 paling kecil. Peneliti melakukan uji *trial and error* pada tinggi anak tangga dan besar sudut tiap segmen anggota badan, dan didapatkan hasil gaya yang terjadi pada L5/S1, pada penambahan ukuran tinggi anak tangga sebesar 2 cm 267.40 N, pengurangan 2 cm 305.95 N. Maka dari hasil tersebut dipilih ukuran pada penambahan 2 cm, karena merupakan besaran gaya yang paling kecil pada L5/S1, jadi tinggi anak tangga yang di dapatkan adalah 18.6 cm. Kemudian perhitungan lamanya waktu kerja yang didapatkan adalah sebesar 1.9 menit, sedangkan waktu istirahat yang didapatkan adalah 0.83 menit, maka dapat diasumsikan tinggi *oprade* yang didapatkan adalah 183 cm.

Kata Kunci :Tangga jalan naik, tempat istirahat, ergonomis, dan antropometri

ABSTRACT

The provision of stairs as a facility to tourism objects in the hills is very important, because it can reduce the potential for injury to visitors. In the tourist area of Puncak Punthu Ngepok to go to several locations there are no ergonomic stairs to go up, even some places have not made stairs to go up so it is necessary to design stairs from several places to ergonomic locations. This research was conducted with the aim of knowing the amount of energy expenditure incurred by stairs users in three places in Puncak Punthu Ngepok Kulon Progo tourism, so that it can be concluded whether the stairs used are ergonomic or not and also determine the size of the stairs seen from the results of biomechanical analysis. Based on the results of the calculation of the amount of energy expenditure, it is known that from the stairs at the three places, the moderate category is considered so that it is necessary to do a biomechanics analysis to find the magnitude of the force at L5/S1. The magnitude of the force on L5/S1 on the stairs of the tourism entrance is 229.92 N, the stairs to the top of Puntuh Ngepok 333.57 N, while on the lower stairs the peak of Punthu Ngepok 326.14 N. Then the researchers chose the stairs of the tourism entrance as the

object of further research, because the force that occurs at L5 /S1 is the smallest. Researchers conducted a trial and error test on the height of the steps and the angle of each limb segment, and the results obtained for the force that occurred at L5/S1, the increase in the size of the height of the stairs was 2 cm 267. 40 N, a reduction of 2 cm 305.95 N. So From these results, the size of the additional 2 cm is chosen, because it is the smallest force at L5/S1, so the height of the steps obtained is 18.6 cm. Then the calculation of the working time obtained is 1.9 minutes, while the rest time obtained is 0.83 minutes, it can be assumed that the oprade height obtained is 183 cm.

Keywords: Stairs going up, rest area, ergonomics, and enthropometry

I. PENDAHULUAN

Penyediaan fasilitas di tempat obyek pariwisata merupakan bagian yang sangat penting , agar pengunjung mendapatkan kenyamanan dalam menikmati obyek wisata yang ada. Untuk menuju ke suatu lokasi tentu mendapati jalan yang tidak selalu datar dan lurus dengan tantangan yang berbeda-beda . Obyek wisata Puncak Punthu Ngepok yang berada di dusun Brajan Desa Banjararum Kapanewon Kalibawang, Kulon Progo adalah salah satu tempat pariwisata alam dan geowisata edukasi yang sedang dikembangkan, untuk menuju lokasi beberapa lokasi belum memiliki tangga .

Ada beberapa tempat yang sudah ada tangganya namun belum cukup ergonomis. Maka perlu perancangan tangga di beberapa tempat yang memiliki elevasi yang berbeda-beda, dan penyempurnaan tangga yang sudah ada untuk menghindari kelelahan yang berpotensi menyebabkan terjadinya cedera otot bagi para pengunjung. Selain itu, potensi bahaya yang ada di lokasi wisata tersebut juga perlu diperhatikan dan dikendalikan karena jika tidak bukan tidak mungkin dapat menyebabkan terjadinya kelelahan, keluhan muskulo-sekeletal, cedera, bahkan mungkin terjadi kecelakaan kerja (Mindhayani, 2020). Di tempat pariwisata Puncak Punthu Ngepok Kulon Progo untuk menuju ke beberapa lokasi belum ada tangga naik yang ergonomis, bahkan beberapa tempat belum dibuatkan tangga untuk naik sehingga perlu dibuatkan rancangan tangga dari beberapa tempat menuju lokasi yang ergonomis.

Penelitian ini bertujuan untuk Menentukan ukuran tangga naik dan tempat beristirahat berdasarkan analisis antropometri dan Menganalisis keamanan dan kenyamanan tangga jalan naik ke obyek wisata dengan Analisa biomekanika (Handayani, 2007). Data antropometri diperlukan dalam proses perancangan produk ataupun fasilitas kerja (Lahay et al, 2017). Penelitian ini sangat penting untuk dilakukan guna memberikan kenyamanan bagi para pengunjung objek wisata puncak Punthu untuk menikmati obyek wisata .

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Puncak Punthu Ngepok yang beralamat di dusun Brajan Desa Banjararum Kapanewon Kalibawang, Kulon Progo. Di tempat pariwisata Puncak Punthu Ngepok Kulon Progo untuk menuju ke beberapa lokasi belum ada tangga naik yang ergonomic, bahkan beberapa tempat belum dibuatkan tangga untuk naik sehingga perlu dibuatkan rancangan tangga dari beberapa tempat menuju lokasi yang ergonomis. Penelitian ini bertujuan untuk Menentukan ukuran tangga naik dan tempat beristirahat (Sritomo 1995). Berdasarkan analisis antropometri dan Menganalisis keamanan dan kenyamanan tangga jalan naik ke obyek wisata dengan Analisa biomekanika.

Ada tiga cara dalam pengolahan data yaitu :

1. Observasi

Penelitian ini dilakukan dengan cara mengadakan pengamatan atau peninjauan secara langsung obyek penelitian dengan cara pencatatan langsung terhadap obyek yang diamati, yaitu perhitungan data fisik ukuran tangga diambil sesuai ukuran tangga yang ada di pariwisata Puncak Punthu Ngepok.

2. Interview

Interview merupakan suatu cara untuk mendapatkan data atau informasi dengan tanya jawab secara langsung pada orang yang mengetahui tentang obyek yang diteliti. Dalam hal ini adalah dengan pihak pengelola pariwisata Puncak Puntuh Ngepok.

3. Alat Yang Digunakan

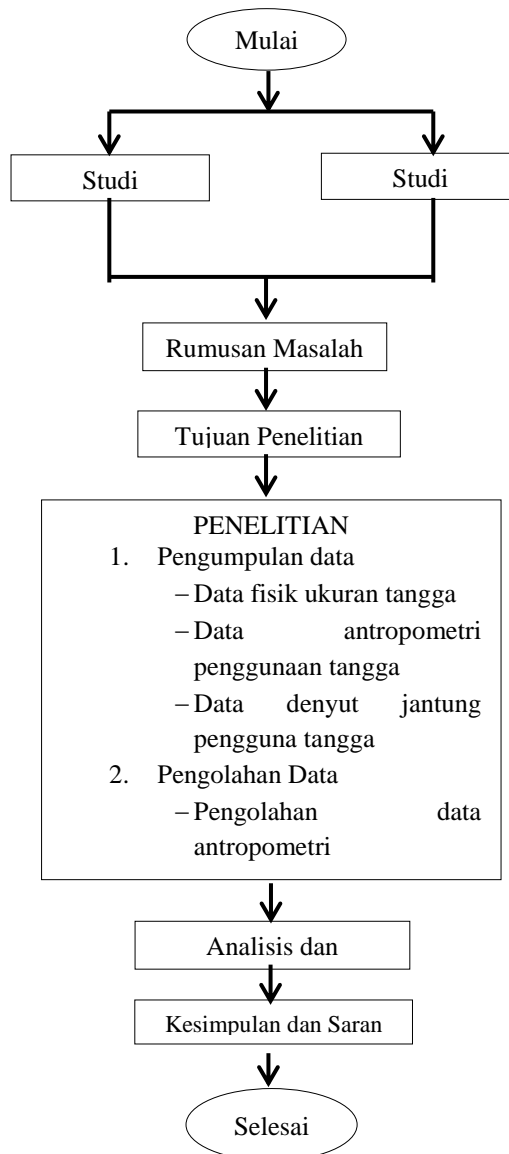
- Meteran Rol
- Pengukuran denyut jantung
- Garisan Panjang
- Garisan siku
- Garisan busur
- Timbangan berat badan

Identifikasi data yang diperlukan

- a. Data fisik ukuran tangga
- b. Data antropometri pekerja
 Data terdiri dari :
 - Tinggi badan
 - Berat badan
- c. Data denyut jantung
 Data terdiri dari :
 - Denyut jantung sebelum bekerja (Dn_0)
 - Denyut jantung saat menaikin tangga I (Dn_1)
 - Denyut jantung saat menaiki tangga II (Dn_2)

DIAGRAM ALIR PENELITIAN

Berikut adalah diagram alir penelitian yang menjelaskan urutan langkah; langkah yang dilalui dalam melakukan penelitian dari awal hingga selesai seperti tertera dalam diagram alir berikut :



Gambar 2.1. Diagram alir penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Denyut Jantung Pengamatan Penggunaan Tangga

a. Pada pengamatan penggunaan di tangga Depan Pintu Masuk.

1. Sebelum menaiki tangga (Dn_0)

Nama Pengguna	Dn_0	X^2
M. Sabri Ahmad	80	6400
Mirsan Usman	79	6241
Ardiyanti	85	7225
Husnun Ishak	78	6084
Nur Asikin	82	6724
Dini Sosena Atamaran	80	6400
Sunan	84	7056
Abdullah Arman	75	5625
Kamal	84	7056
Irhapbillah	82	6724
Jumlah	$\sum x = 809$	$\sum x = 65535$

2. Setelah menaiki tangga ke 1 atau berada pada optrade (Dn_1)

Nama Pengguna	Dn_0	X^2
M. Sabri Ahmad	82	6724
Mirsan Usman	80	6400
Ardiyanti	86	7396
Husnun Ishak	81	6561
Nur Asikin	83	6889
Dini Sosena Atamaran	84	7056
Sunan	86	7396
Abdullah Arman	80	6400
Kamal	85	7225
Irhapbillah	83	6889
Jumlah	$\sum x = 830$	$\sum x^2 = 68889$

3. Setelah menaiki tangga ke 2 (Dn_2)

Nama Pengguna	Dn_0	X^2
M. Sabri Ahmad	83	6889
Mirsan Usman	82	6724
Ardiyanti	87	7569
Husnun Ishak	83	6889
Nur Asikin	85	7225
Dini Sosena Atamaran	86	7396
Sunan	87	7569
Abdullah Arman	82	6724
Kamal	86	7396
Irhapbillah	84	7056
Jumlah	$\sum x = 845$	$\sum x^2 = 71437$

3.2 Data Antropometri Pengamatan Penggunaan Tangga

Data ini diambil dari pengamatan dan pengukuran antropometri terhadap pengunjung yang menggunakan tangga yang ada di Pariwisata Puncak Puntuhk Ngepohk pada tiga tempat

yang ada yaitu tangga pintu masuk pariwisata, tangga menuju Puncak Puntuhk Ngepohk, tangga dibawah Puncak Punthu Ngepok.

Tabel 3.1. Data antropometri pengmatan pengguna tangga

Nama Pengguna	Tinggi Badan	Berat Badan	TB ²	BB ²
M. Sabri Ahmad	168	60	28224	3600
Mirsan Usman	162	50	26244	2500
Ardiyanti	159	53	25281	2809
Husnun Ishak	165	54	27225	2916
Nur Asikin	160	60	25600	3600
Dini Ssusena Atamaran	165	55	27225	3025
Sunan	160	60	25600	2500
Abdullah Arman	160	52	25600	2704
Kamal	158	50	24964	2500
Irhapbillah	162	52	26244	2704
JUMLAH	1619	536	262207	28858

Kesimpulan perhitungan denyut jantung rata-rata

1. Pada pengamatan pengguna di tangga pintu masuk pariwisata

Aktifitas	\bar{x}
Dn ₀	80.9
Dn ₁	83
Dn ₂	84.5

2. Pada pengamatan pengguna tangga di jalur ke puncak Punthu Ngepok

Aktifitas	\bar{x}
Dn ₀	83.1
Dn ₁	85.1
Dn ₂	86.8

3. Pada pengamatan pengguna di tangga bawah puncak punthu Ngepok

Aktifitas	\bar{x}
Dn ₀	81.3
Dn ₁	82.6
Dn ₂	83.5

Kesimpulan perhitungan standar deviasi :

1. Pada pengamatan pengguna di tangga pintu masuk pariwisata

Aktifitas	A
Dn ₀	4,82
Dn ₁	0,55
Dn ₂	1,91

2. Pada pengamatan pengguna di tangga jalur ke puncak Punthu Ngepok

Aktifitas	A
Dn ₀	2,93
Dn ₁	1,91
Dn ₂	1,64

3. Pada pengamatan pengguna di tangga bawah puncak Punthu Ngepok

Aktifitas	A
Dn ₀	25,56
Dn ₁	25,4
Dn ₂	25,5

Kesimpulan Uji Keseragaman Data

1. Pada pengamatan pengguna di tangga pintu masuk pariwisata

Aktifitas	BKA	BKB
Dn ₀	90,54	71,34
Dn ₁	84,10	82,10
Dn ₂	88,32	80,72

2. Pada pengamatan pengguna di tangga jalur ke puncak Punthu Ngepok

Aktifitas	BKA	BKB
Dn ₀	88,96	77,36
Dn ₁	89,32	81,72
Dn ₂	90,08	83,68

3. Pada pengamatan pengguna di tangga bawah puncak punthu Ngepok

Aktifitas	BKA	BKB
Dn ₀	134,5	28,1
Dn ₁	133,4	31,8
Dn ₂	133,5	33,5

Kesimpulan Pengujian Kecukupan Data

1. Pada pengamatan pengguna di tangga pintu masuk pariwisata

Aktifitas	N'	N
Dn ₀	1.45	10
Dn ₁	0.15	10
Dn ₂	0.88	10

2. Pada pengamatan pengguna di tangga jalur ke puncak Punthu Ngepok

Aktifitas	N'	N
Dn_0	1.13	10
Dn_1	0.85	10
Dn_2	0.79	10

3. Pada pengamatan pengguna di tangga bawah puncak punthu Ngepok

Aktifitas	N'	N
Dn_0	3,39	10
Dn_1	3.27	10
Dn_2	3.24	10

1. Perhitungan Energi Expenditure pada Tangga masuk Pariwisata

- Dn_1

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

$$Y = 1.80411 - 0.0229038 (83) + 4.71733 \times 10^{-4} \times (83)^2$$

$$Y = 3.71309 \text{ Kkal/menit}$$

- Dn_2

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

$$Y = 1.80411 - 0.0229038 (84.5) + 4.71733 \times 10^{-4} \times (84.5)^2$$

$$Y = 3.36829 \text{ Kkal/menit}$$

Jadi energi expenditure yang dikeluarkan pada pengguna tangga pada tangga masuk pariwisata yaitu :

$$Y = Y (Dn_1) + Y (Dn_2)$$

$$= 3.71309 + 3.36829$$

$$= 7.08138 \text{ Kkal/menit}$$

2. Perhitungan Energi Expenditure pada Tangga menuju Puncak Punthu Ngepok

- Dn_1

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

$$Y = 1.80411 - 0.0229038 (85.5) + 4.71733 \times 10^{-4} \times (85.5)^2$$

$$Y = 3.44959 \text{ Kkal/menit}$$

- Dn_2

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

$$Y = 1.80411 - 0.0229038 (86.8) + 4.71733 \times 10^{-4} \times (86.8)^2$$

$$Y = 3.55531 \text{ Kkal/menit}$$

Jadi energi expenditure yang dikeluarkan pada pengguna tangga pada tangga jalur ke Puncak Punthu Ngepok yaitu :

$$Y = Y (Dn_1) + Y (Dn_2)$$

$$= 3.44959 + 3.55531$$

$$= 7.0049 \text{ Kkal/menit}$$

3. Perhitungan Energi Expenditure pada Tangga bawah Puncak Punthu Ngepok

- Dn_1

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

$$Y = 1.80411 - 0.0229038 (82.6) + 4.71733 \times 10^{-4} \times (82.6)^2$$

$$Y = 3.21073 \text{ Kkal/menit}$$

- Dn_2

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

$$Y = 1.80411 - 0.0229038 (83.5) + 4.71733 \times 10^{-4} \times (83.5)^2$$

$$Y = 3.28904 \text{ Kkal/menit}$$

Jadi energi expenditure yang dikeluarkan pada pengguna tangga pada tangga dibawah Puncak Punthu Ngepok yaitu :

$$Y = Y (Dn_1) + Y (Dn_2)$$

$$= 3.21073 + 3.28904$$

$$= 6.49977 \text{ Kkal/menit}$$

Tabel 3.2. Kesimpulan hasil analisa biomekanika

Lokasi Penelitian	Segmen	Sudut (x^0)	Momen (NM)	F _x (N)	F _y (N)	P _A (N/cm ²)	F _A (N)	F _M (N)	R _{otot} (N)	F _G (N)
1. Pintu masuk pariwisata	1. Tangan									
	a. Telapak tangan	$\alpha = 20, e_1 = 25$	2.60	0	32.55					
	b. Lengan bawah	$e_2 = 40$	9.2	0	41.46					
	c. Lengan atas	$e_3 = 50$	18.91	0	56.16					
2. Jalur menuju kepunjak Punthu Ngepok	2. Punggung	$e_4 = 73$	44.26	0	245.2	0.33	153.45	307.03	504.64	299.92
	3. Kaki saat menaiki tangga	$e_5 = 87$	51.04	0	507.83					
	4. Kaki yang bertumpu	$e_6 = 40$	94.96	0	271.41					
	1. Tangan									
2. Jalur menuju kepunjak Punthu Ngepok	a. Telapak tangan	$\alpha = 18, e_1 = 24$	2.27	0	32.55					
	b. Lengan bawah	$e_2 = 35$	9.31	0	41.46					
	c. Lengan atas	$e_3 = 46$	19.77	0	56.16	0.40	186	372.03	504.64	333.57
	2. Punggung	$e_4 = 68$	52.12	0	245.2					
3. Dibawah punjak Punthu Ngepok	3. Kaki saat menaiki tangga	$e_5 = 85$	63.43	0	507.83					
	4. Kaki yang bertumpu	$e_6 = 38$	104.15	0	271.41					
	1. Tangan									
	a. Telapak tangan	$\alpha = 20, e_1 = 25$	2.60	0	32.55					
3. Dibawah punjak Punthu Ngepok	b. Lengan bawah	$e_2 = 37$	9.54	0	41.46					
	c. Lengan atas	$e_3 = 48$	19.68	0	56.16	0.35	162.47	324.60	504.64	326.14
	2. Punggung	$e_4 = 71$	49.16	0	245.2					
	3. Kaki saat menaiki tangga	$e_5 = 88$	52.65	0	507.83					
3. Dibawah punjak Punthu Ngepok	4. Kaki yang bertumpu	$e_6 = 38$	105.12	0	271.41					

(Sumber Data : Hasil Pengolahan Data)

Tabel 3.3. Kesimpulan hasil analisa biomekanika

Lokasi Penelitian	Segmen	Sudut (x^0)	Momen (NM)	F _x (N)	F _y (N)	P _A (N/cm ²)	F _A (N)	F _M (N)	R _{otot} (N)	F _G (N)
1. Pintu masuk pariwisata	1. Tangan									
	a. Telapak tangan	$\alpha = 20, e_1 = 25$	2.60	0	32.55					
	b. Lengan bawah	$e_2 = 40$	9.2	0	41.46					
	c. Lengan atas	$e_3 = 50$	18.91	0	56.16					
2. Pengurangan 2 cm	2. Punggung	$e_4 = 73$	44.26	0	245.2	0.33	153.45	307.03	504.64	299.92
	3. Kaki saat menaiki tangga	$e_5 = 87$	51.04	0	507.83					
	4. Kaki yang bertumpu	$e_6 = 40$	94.96	0	271.41					
	1. Tangan									
2. Pengurangan 2 cm	a. Telapak tangan	$\alpha = 23, e_1 = 28$	2.27	0	32.55					
	b. Lengan bawah	$e_2 = 43$	8.63	0	41.46					
	c. Lengan atas	$e_3 = 53$	17.76	0	56.16	0.27	125.55	249.93	504.64	305.95
	2. Punggung	$e_4 = 76$	38.91	0	245.2					
3. Penambahan 2 cm	3. Kaki saat menaiki tangga	$e_5 = 90$	38.91	0	507.83					
	4. Kaki yang bertumpu	$e_6 = 43$	88.7	0	271.41					
	1. Tangan									
	a. Telapak tangan	$\alpha = 17, e_1 = 22$	2.27	0	32.55					
3. Penambahan 2 cm	b. Lengan bawah	$e_2 = 37$	9.21	0	41.46					
	c. Lengan atas	$e_3 = 47$	19.55	0	56.16	0.30	139.5	278.74	504.64	267.40
	2. Punggung	$e_4 = 70$	49.44	0	245.2					
	3. Kaki saat menaiki tangga	$e_5 = 84$	63.01	0	507.83					
3. Penambahan 2 cm	4. Kaki yang bertumpu	$e_6 = 37$	116.28	0	271.41					

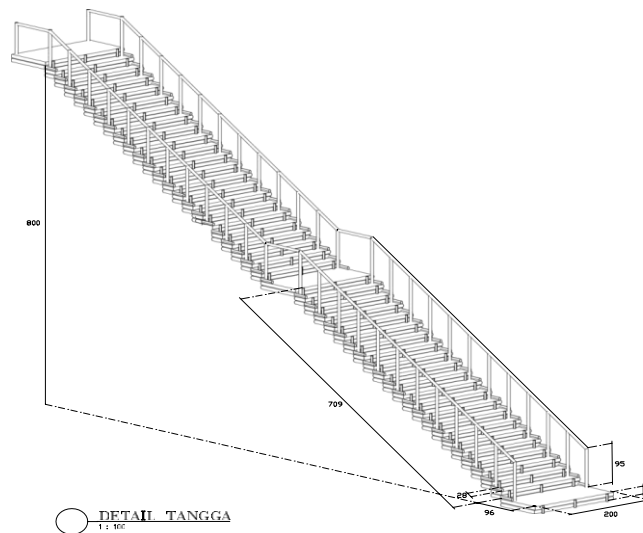
(Sumber Data : Hasil Pengolahan Data)

Dari ketiga tangga pada lokasi pariwisata Puncak Punthu Ngepok, dapat disimpulkan bahwa tangga pada pintu masuk pariwisata merupakan tangga yang paling nyaman dalam penggunaannya dilihat dari segi besarnya gaya yang terjadi pada L5/S1 (Pelita, 2013)

Pada tangga pintu masuk besar gaya yang terjadi pada L5/S1 adalah 299.92 N, sedangkan pada tangga jalur ke Puncak Punthu Ngepok besar gaya yang terjadi pada L5/S1 adalah 333.57 N, kemudian pada tangga dibawah Puncak Punthu Ngepok besarnya gaya terjadi pada L5/S1 adalah 326.14 N.

Oleh karen itu tangga pada pintu masuk pariwisata sebagai contoh atau *sampel* penelitian selanjutnya untuk menentukan ukuran anak tangga dan tangga secara keseluruhan yang optimal dalam penggunaannya agar besar konsumsi energi yang terjadi dimungkinkan nyaman dalam penggunaannya bagi para pengguna (Sutalaksana, 1975).

Setelah itu dilakukan uji coba penambahan dan pengurangan ukuran tinggi anak tangga dengan mengasumsikan setiap penambahan dan pengurangan 2 cm terjadi perubahan besar derajat persegmen anggota tubuh sebesar 3^0 (Pheasant,1991), dan setelah diolah maka diperoleh seperti Tabel 3.2. Kesimpulan Pengolahan hasil analisa biomekanika



Gambar 3.1 Perancangan Tangga pariwisata

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari penelitian pada Pariwisata Puncak Punthu Ngepok maka, dapat disimpulkan bahwa setelah dilakukan analisa biomekanika maka dipilih penambahan ukuran tinggi anak tangga sebesar 2 cm pada tangga jalur ke puncak Punthu Ngepok, dimana ukuran yang paling nyaman dalam penggunaannya. Pada penambahan ukuran tinggi anak tangga dihasilkn besar gaya yang terjadi pada L5/S1 yang paling kecil terjadi, yaitu 267.40 N. Kemudian dilihat dari perhitungan lamanya waktu keja yang didapatkan adalah sebesar 1.9 menit. Jadi dapat disimpulkan bahwa pengguna tangga harus bejalan menaiki tangga selama 1.9 menit. Akan tetapi berhenti pada *optrade* selama 0.83 menit berjalan menaiki tangga dan lalu menaiki tangga berikutnya, maka dari hasil tersebut dapat ditentukan tinggi *optrade*. Saran apabila pariwisata Puncak Puntuh Ngepok dikemudian hari ingin membuat atau merenofasi fasilitas tangga untuk menghubungkan jalur kepuncak Puntuh Ngepok, maka ukuran tangganya seperti pada lampiran kedua gambar hasil rancangan ukuran tangga dan hasil analisa biomekanika.

DAFTAR PUSTAKA

Handayani, M.L. (2007). *Perancangan Ulang Meja Komputer Yang Ergonomis Dengan Pendekatan Anthropometri dan Biomekanika (Studi Kasus SAT UNS)* (Skripsi S1). Jurusan Teknik Industri Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

- Lahay, I.H., Hasanudin., & Junus, S. (2017). Desain Kursi Kerja Ergonomis bagi Perajin Karawo. Prosiding SNTI dan SATELIT, B154-160.
- Mindhayani, I. (2020). Analisis Keselamatan dan Kesehatan Kerja Dengan Metode HAZOP dan Pendekatan Ergonomi. Jurnal SIMETRIS, 11(1), 31-38.
- Pelita, Y. (2013). Analisis Biomekanika Pada Pengangkatan Material Secara Manual Berdasarkan Beban Fisik.
- Pheasant,S,(1991). *Anthropometry, Ergonomics and Design*, London : Taylor & Francis.
- Sutalaksana, I.Z., Anggawisastra, R., Tjakraatmaja, J.H. (1979). *Teknik Tata Cara Kerja*. Bandung: ITB Press
- Sritomo, W. (1995). *Ergonomi Studi Gerak dan Waktu Teknik Analisa Untuk Peningkatan Produktifitas*, Jakarta: Guna Widya.