

Rancang Bangun Alat Ukur Kondisi Kesehatan Pada Pendaki Gunung Berbasis *Fuzzy Logic*

Dewi Nurhaji Meivita
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik
Universitas Jember
Jember, Indonesia
E-mail : dewinurhajimeivita95@gmail.com

Satryo Budi Utomo dan Bambang Supeno
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik
Universitas Jember
Jember, Indonesia
E-mail : satryo.budiutomo@yahoo.com
E-mail : bambangsupeno@gmail.com

Abstrak—Aktivitas mendaki gunung merupakan salah satu jenis aktivitas olahraga yang sudah banyak diminati dari berbagai kalangan umum untuk melatih fisik dan mental. Adapun kendala umum yang dihadapi oleh pendaki pada saat melakukan proses pendakian adalah stamina yang dapat menurun drastis pada saat mendekati puncak. Kondisi ini akan terjadi ketika tekanan udara semakin menipis serta dapat berlanjut pada keadaan pendaki yang mulai kehilangan keseimbangan untuk mengontrol tubuh. Untuk mengantisipasi terjadinya penurunan kondisi kesehatan secara drastis maka dibutuhkan instrumentasi pengukuran untuk mengetahui kondisi kesehatan pendaki gunung. *Prototype* menggunakan beberapa komponen elektronika yang terdiri dari *pulse sensor*, *MLX90615*, *Galvanic Skin Responce (GSR)*, dan *BMP180*. Algoritma yang digunakan dalam pengambilan keputusan menggunakan metode *Fuzzy Logic* yang berdasarkan tiga parameter, yaitu detak jantung (bpm), suhu tubuh ($^{\circ}\text{C}$), dan kadar keringat (s). Pengujian sistem untuk mengukur daya tahan tubuh dilakukan dengan menggunakan dua jenis metode, yaitu metode *fartlek* dan *cross country*. Pengambilan data berdasarkan metode *fartlek* dilakukan pada aktivitas futsal dengan mendapatkan 11 data dimana 1 data yang tidak sesuai. Sedangkan, pengujian berdasarkan metode *cross country* yang dilakukan dibukit Domba, Pantai Payangan, Kabupaten Jember dengan mendapatkan 84 data dimana 14 data yang tidak sesuai. Berdasarkan keseluruhan data pengujian terdapat 15 data yang tidak sesuai dan 80 data yang sesuai maka diperoleh nilai kesesuaian sebesar 87,54%.

Kata kunci— *Daya Tahan Tubuh; Fuzzy Logic; Galvanic Skin Responce; MLX90615; Pulse Sensor*

I. PENDAHULUAN

Mendaki gunung adalah salah satu aktivitas yang dilakukan dalam terbuka yang sudah banyak diminati dari berbagai kalangan umum untuk melatih fisik dan mental mereka. Untuk melakukan kegiatan pendakian gunung memerlukan berbagai

keperluan. Hal utama yang harus dipersiapkan adalah kesehatan dan kesiapan mental pendaki yang bersangkutan [1].

Keadaan fisik seseorang akan menentukan tingkat keberhasilan seseorang dalam mendaki gunung. Adapun kendala umum yang dihadapi oleh pendaki gunung pada saat pendakian adalah stamina yang dapat menurun drastis pada saat mendekati puncak. Kondisi ini akan terjadi ketika tekanan udara semakin menipis serta dapat berlanjut pada keadaan pendaki yang mulai kehilangan keseimbangan untuk mengontrol tubuh, yaitu pingsan [2].

Untuk mengantisipasi kondisi kesehatan pada pendaki gunung agar dapat mencegah terjadinya penurunan kondisi kesehatan secara drastis yang dapat menyebabkan kematian jika dibiarkan saja maka diperlukan instrumentasi yang dapat mengetahui kondisi kesehatan pada pendaki gunung dengan menggunakan tiga parameter, yaitu detak jantung (bpm), suhu tubuh ($^{\circ}\text{C}$), dan kadar keringat (s).

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Sistem Kardiovaskular dalam Latihan

Olahraga dapat meningkatkan frekuensi denyut nadi (Sembuling K, Sembuling P : 2013) dan stres pun juga dapat menurunkan frekuensi denyut nadi (Elly I : 2006).[3]

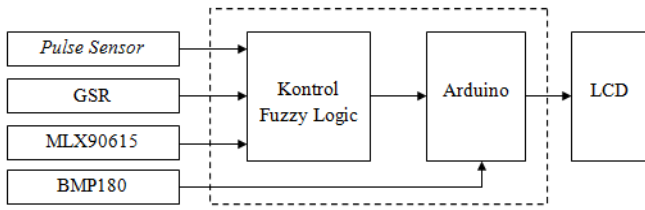
Jumlah denyut jantung tiap menit sangat membantu diagnose baik fisik maupun mental seseorang. Perubahan kondisi fisik dan mental seseorang tidak selalu tampak. Perubahan kondisi fisik dan mental seseorang tidak selalu tampak. Perubahan ini berdampak langsung terhadap perubahan kecepatan irama denyut jantung tiap menitnya.[3]

B. Panas Tubuh dalam Latihan

Kekuatan kontraksi jantung sering dipercepat secara temporer melalui suatu peningkatan suhu yang sedang, seperti terjadi pada saat tubuh berolahraga, tetapi peningkatan suhu yang lama akan melemahkan *system metabolic* jantung dan akhirnya menyebabkan kelemahan. Karena itu, fungsi optimal jantung sangat bergantung pada pengaturan suhu tubuh oleh mekanisme pengaturan suhu.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Perancangan Sistem



Gambar 1. Diagram Blok Sistem

Pada blok diagram gambar 1 menjelaskan desain sistem kontrol fuzzy. Masukkan sistem fuzzy logic adalah pulse sensor, GSR, dan MLX90615 yang akan dikelola oleh arduino. Kemudian hasil keputusan akan ditampilkan pada LCD. Sedangkan, untuk sensor BMP180 langsung dikelola oleh Arduino tanpa dikontrol oleh fuzzy logic kemudian hasil pembacaannya akan ditampilkan dalam LCD.

B. Desain Kontrol Fuzzy

TABEL I PARAMETER PANAS TUBUH PADA ORANG DEWASA

Parameter	°C
Pengaturan suhu menghilang	15,5 – 28,5
Pengaturan suhu terganggu	28 – 35,5
Batasan Normal	35 – 39
Penyakit demam dan aktivitas fisik sedang	38,5 – 39,5
Aktivitas fisik berat	39 – 40

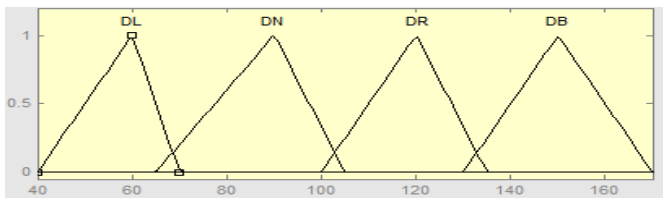


Gambar 2. Variabel Himpunan Fuzzy Suhu Tubuh

Kontrol fuzzy panas tubuh menggunakan parameter pada tabel 1 dimana parameter tersebut merupakan panas tubuh orang dewasa, yaitu pada umur lebih dari 17 tahun. Kemudian, parameter tersebut diimplementasikan dalam bentuk kurva segitiga dengan menggunakan software MATLAB, seperti gambar 2.

TABEL II DETAK JANTUNG PADA USIA DEWASA (>17 TAHUN)

Parameter	Beat Per Menit (BPM)
Lemah	40 – 70
Normal	65 – 105
Aktivitas Ringan	100 – 135
Aktivitas Berat	130 – 170



Gambar 3. Himpunan Variabel Fuzzy Detak Jantung

Kontrol fuzzy pada detak jantung menggunakan parameter

pada usia dewasa dengan *set point* pada usia 30 tahun dalam mencari nilai denyut jantung maksimum. Sehingga, didapatkan empat parameter pada tabel 2. Parameter tersebut juga direpresentasikan dalam sebuah kurva pada gambar 3 untuk mengetahui titik *point* atau *member function fuzzy logic* sebagai parameter detak jantung.

TABEL III PARAMETER KADAR KERINGAT PADA TUBUH ORANG DEWASA

Parameter	S
Normal / Rileks	0 – 3,5
Dehidrasi Ringan (Aktivitas Normal)	3 – 6
Dehidrasi Sedang (Aktivitas Sedang)	5,5 – 9
Dehidrasi Berat (Aktivitas Berat)	8,5 – 13

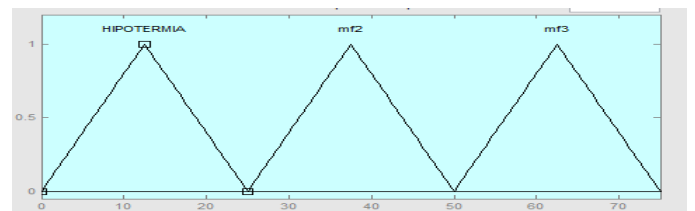


Gambar 4. Himpunan Variabel Fuzzy Kadar Keringat

Kontrol fuzzy pada pendeteksi kadar dehidrasi seseorang berdasarkan banyaknya kadar keringat yang dikeluarkan oleh tubuh pada tabel 3 dengan menggunakan batasan usia dewasa (>17 tahun). Pada gambar 4 merupakan kurva *member function fuzzy logic* kadar keringat.

TABEL IV OUTPUT FUZZY SET

Parameter	Nilai
Hipotermia	0 – 25
Lanjutkan	25 – 50
Istirahat	50 – 75

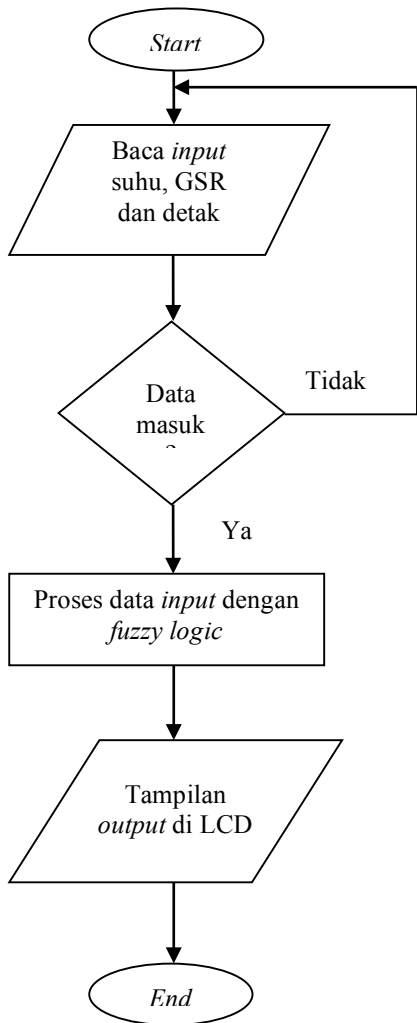


Gambar 5. Himpunan Variabel Fuzzy Output

Kontrol fuzzy output pada tabel 4 merupakan hasil keputusan dari rules yang telah dibuat berdasarkan detak jantung, kadar keringat, dan suhu tubuh. Output tersebut akan dipengaruhi oleh tiga input yang telah ditentukan dan dapat berubah-ubah berdasarkan nilai yang dikeluarkan oleh setiap sensor.

Pada gambar 5 merupakan representasi dari tabel 4 dimana, nilai *output* yang diambil menggunakan metode COA (*Center Of Area*) dengan mengambil titik tengah pada area keputusan. Pada penelitian ini konstanta COA adalah 12,5. Dimana nilai COA didapatkan dari nilai tengah pada setiap area *output* yang digunakan sesuai dengan representasi kurva *output* yang digunakan dalam menyatakan batasan atas dan bawah.

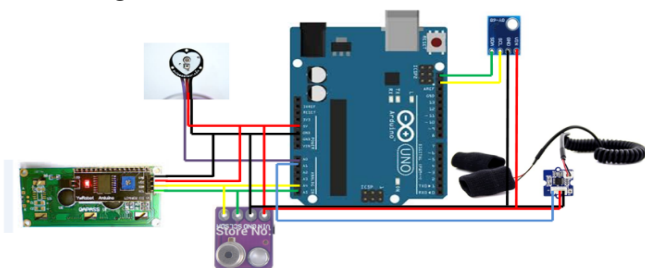
C. Flowchart Sistem



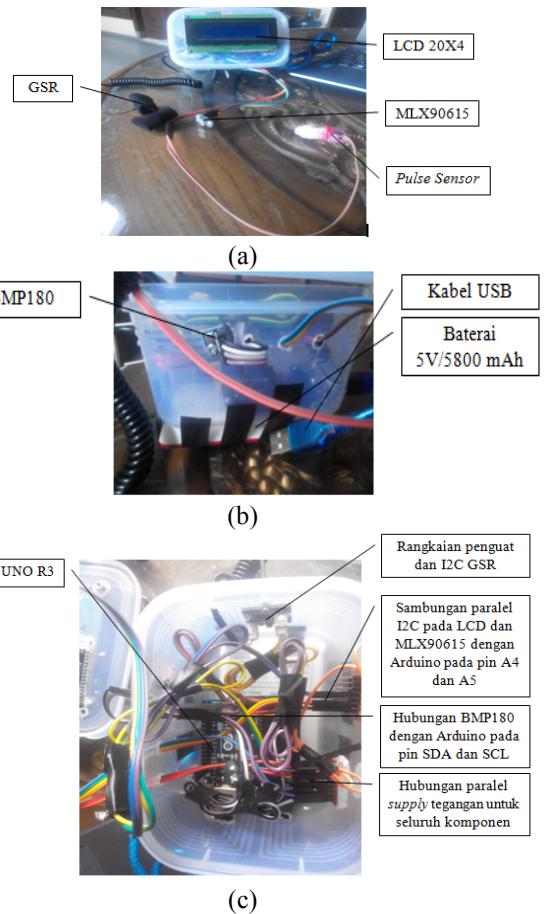
Gambar 6. Flowchart Sistem

Pada flowchart sistem fuzzy logic gambar 6 dijelaskan bagaimana alur pembacaan sistem menggunakan Arduino. Dimana pembacaan sistem dimulai dari pembacaan pada sensor sebagai parameter input fuzzy logic. Pembacaan data kan dilakukan secara terus menerus sehingga mendapatkan data input yang sesuai dengan parameter member function yang ditentukan. Kemudian hasil pembacaan tersebut akan diproses oleh fuzzy logic dimana keputusan tersebut sesuai dengan rules yang dibuat.

D. Rancangan Alat



Gambar 6. Rancangan Elektronika



Gambar 7 (a),(b), dan (c) Rancangan bangun alat ukur kondisi kesehatan pada pendaki gunung

Pada gambar 7 merupakan rancangan elektronika yang terdapat beberapa komponen yang digunakan, yaitu LCD 20x4, MLX90615, Pulse Sensor, GSR, dan BMP180. Sedangkan pada gambar 8(a),(b), dan (c) merupakan Hasil rancangan bangun alat ukur kondisi kesehatan pada pendaki gunung.

E. Rule Base

TABEL V RULE BASE FUZZY LOGIC

No.	Suhu	Detak	GSR	Hasil
1	HILANG	LEMAH	NORMAL	HIPOTERMIA
2	HILANG	LEMAH	RINGAN	HIPOTERMIA
3	HILANG	LEMAH	SEDANG	HIPOTERMIA
4	HILANG	LEMAH	BERAT	HIPOTERMIA
5	HILANG	NORMAL	NORMAL	HIPOTERMIA
6	HILANG	NORMAL	RINGAN	HIPOTERMIA
7	HILANG	NORMAL	SEDANG	HIPOTERMIA
8	HILANG	NORMAL	BERAT	HIPOTERMIA
9	HILANG	RINGAN	NORMAL	HIPOTERMIA
10	HILANG	RINGAN	RINGAN	HIPOTERMIA
11	HILANG	RINGAN	SEDANG	HIPOTERMIA
12	HILANG	RINGAN	BERAT	HIPOTERMIA
13	HILANG	BERAT	NORMAL	HIPOTERMIA
14	HILANG	BERAT	RINGAN	HIPOTERMIA
15	HILANG	BERAT	SEDANG	HIPOTERMIA
16	HILANG	BERAT	BERAT	HIPOTERMIA
17	TERGANGGU	LEMAH	NORMAL	ISTIRAHAT
18	TERGANGGU	LEMAH	RINGAN	ISTIRAHAT
19	TERGANGGU	LEMAH	SEDANG	ISTIRAHAT

No.	Suhu	Detak	GSR	Hasil
20	TERGANGGU	LEMAH	BERAT	ISTIRAHAT
21	TERGANGGU	NORMAL	NORMAL	LANJUTKAN
22	TERGANGGU	NORMAL	RINGAN	LANJUTKAN
23	TERGANGGU	NORMAL	SEDANG	ISTIRAHAT
24	TERGANGGU	NORMAL	BERAT	ISTIRAHAT
25	TERGANGGU	RINGAN	NORMAL	LANJUTKAN
26	TERGANGGU	RINGAN	RINGAN	LANJUTKAN
27	TERGANGGU	RINGAN	SEDANG	ISTIRAHAT
28	TERGANGGU	RINGAN	BERAT	ISTIRAHAT
29	TERGANGGU	BERAT	NORMAL	ISTIRAHAT
30	TERGANGGU	BERAT	RINGAN	ISTIRAHAT
31	TERGANGGU	BERAT	SEDANG	ISTIRAHAT
32	TERGANGGU	BERAT	BERAT	ISTIRAHAT
33	NORMAL	LEMAH	NORMAL	ISTIRAHAT
34	NORMAL	LEMAH	RINGAN	ISTIRAHAT
35	NORMAL	LEMAH	SEDANG	ISTIRAHAT
36	NORMAL	LEMAH	BERAT	ISTIRAHAT
37	NORMAL	NORMAL	NORMAL	LANJUTKAN
38	NORMAL	NORMAL	RINGAN	LANJUTKAN
39	NORMAL	NORMAL	SEDANG	LANJUTKAN
40	NORMAL	NORMAL	BERAT	LANJUTKAN
41	NORMAL	RINGAN	NORMAL	LANJUTKAN
42	NORMAL	RINGAN	RINGAN	LANJUTKAN
43	NORMAL	RINGAN	SEDANG	LANJUTKAN
44	NORMAL	RINGAN	BERAT	LANJUTKAN
45	NORMAL	BERAT	NORMAL	ISTIRAHAT
46	NORMAL	BERAT	RINGAN	ISTIRAHAT
47	NORMAL	BERAT	SEDANG	ISTIRAHAT
48	NORMAL	BERAT	BERAT	ISTIRAHAT
49	SEDANG	LEMAH	NORMAL	ISTIRAHAT
50	SEDANG	LEMAH	RINGAN	ISTIRAHAT
51	SEDANG	LEMAH	SEDANG	ISTIRAHAT
52	SEDANG	LEMAH	BERAT	ISTIRAHAT
53	SEDANG	NORMAL	NORMAL	LANJUTKAN
54	SEDANG	NORMAL	RINGAN	LANJUTKAN
55	SEDANG	NORMAL	SEDANG	LANJUTKAN
56	SEDANG	NORMAL	BERAT	LANJUTKAN
57	SEDANG	RINGAN	NORMAL	LANJUTKAN
58	SEDANG	RINGAN	RINGAN	LANJUTKAN
59	SEDANG	RINGAN	SEDANG	LANJUTKAN
60	SEDANG	RINGAN	BERAT	ISTIRAHAT
61	SEDANG	BERAT	NORMAL	ISTIRAHAT
62	SEDANG	BERAT	RINGAN	ISTIRAHAT
63	SEDANG	BERAT	SEDANG	ISTIRAHAT
64	SEDANG	BERAT	BERAT	ISTIRAHAT
65	BERAT	LEMAH	NORMAL	ISTIRAHAT
66	BERAT	LEMAH	RINGAN	ISTIRAHAT
67	BERAT	LEMAH	SEDANG	ISTIRAHAT
68	BERAT	LEMAH	BERAT	ISTIRAHAT
69	BERAT	NORMAL	NORMAL	ISTIRAHAT
70	BERAT	NORMAL	RINGAN	ISTIRAHAT
71	BERAT	NORMAL	SEDANG	LANJUTKAN
72	BERAT	NORMAL	BERAT	LANJUTKAN
73	BERAT	RINGAN	NORMAL	LANJUTKAN
74	BERAT	RINGAN	RINGAN	ISTIRAHAT
75	BERAT	RINGAN	SEDANG	LANJUTKAN
76	BERAT	RINGAN	BERAT	LANJUTKAN
77	BERAT	BERAT	NORMAL	ISTIRAHAT
78	BERAT	BERAT	RINGAN	ISTIRAHAT
79	BERAT	BERAT	SEDANG	ISTIRAHAT
80	BERAT	BERAT	BERAT	ISTIRAHAT

Rule base yang digunakan sebanyak 81 rule dalam mengambil keputusan. Dalam penentuan keputusan berdasarkan bidang studi Kedokteran yang telah dikonsultasikan oleh salah satu

Dosen Pengajar bidang Fisiologi di Fakultas Kedokteran Universitas Jember.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Galvanic Skin Response (GSR)

TABEL VI HASIL PENGUJIAN SENSOR GSR

No	Objek	Ht	Hp	E%
1	Latif	2,933	3,880	0,323
2	Badrul	2,468	3,273	0,327
3	Rizaldy	2,221	2,954	0,330
4	Abdul	1,988	2,637	0,327
5	Itho	1,747	2,309	0,322
6	Khairul	1,495	1,978	0,483
7	Eki	1,237	1,646	0,331
Hasil rata-rata error persen (%)				0,305 %

Pengujian GSR dilakukan dengan membandingkan alat yang diuji (Hp) dengan alat yang sudah terkalibrasi (Ht). Alat terkalibrasi menggunakan salah satu alat yang telah dibuat oleh salah satu Alumni Mahasiswi Universitas Jember, Rara Arini P dimana alat tersebut telah terkalibrasi dengan pembanding GSR yang ada di salah satu rumah sakit Surabaya.

Pada tabel 6 dijelaskan bahwa penelitian mendapatkan 7 responden. Dari 7 responden tersebut didapat nilai Ht dan Hp sehingga diketahui nilai error persen dengan menggunakan rumus (1) dibawah ini :

$$E\% = \left| \frac{Ht - Hp}{Ht} \right| \times 100\% \dots \dots (1)$$

dari perhitungan tersebut dapat diketahui nilai error persen rata-rata dari 7 responden tersebut sebesar 0,305%

B. Pengujian Pulse Sensor

TABEL VII PENGUJIAN PULSE SENSOR

No	Objek	Ht	Hp	E%
1	Sabta	88,83	88,33	0,025
2	Farah	78,17	77,83	0,021
3	Gyna	83,333	83,5	0,006
4	Awang	86,667	88	0,043
5	Toursiadi	72,833	74,833	0,028
6	Badrul	86,17	85,17	0,012
7	Fandy	88,33	87,83	0,025
8	Linda	95,333	96	0,031
9	Hamzah	77,333	77	0,017
10	Alkindi	60,17	59,67	0,048
11	Rofi'i	107,67	105,33	0,028
12	Umam	81,000	81,167	0,014
Rata-rata error persen (%)				0,0247

Pengujian pulse sensor dilakukan dengan membandingkan alat yang diuji (Hp) dengan alat yang sudah terkalibrasi (Ht) menggunakan fingertrip pulse oximeter sebagai pembanding. Pada tabel 7 dijelaskan bahwa terdapat 12 responden yang diuji. Dari 12 respon tersebut didapatkan nilai error persen rata-rata sebesar 0,0247%.

C. Pengujian Sensor MLX90615

Pengujian MLX90615 dilakukan dengan membandingkan alat yang diuji (Hp) dengan alat yang sudah terkalibrasi (Ht) menggunakan *thermometer* digital sebagai pembanding. Sensor MLX90615 merupakan salah satu jenis sensor suhu. Pengujian ini terdapat 4 responden dimana setiap responden akan diuji 4 kali untuk mengetahui tata letak sensor dalam pengambilan data yang baik dengan melihat nilai *error persen* terkecil dari keseluruhan pengujian.

Pada tabel 7 merupakan hasil pengujian 1 dengan tata letak MLX90615 diletakkan di telinga dan *thermometer* diletakkan di ketiak. Pada tabel 7 merupakan hasil pengujian 2 dengan tata letak MX90615 diletakkan di telinga dan *thermometer* diletakkan di sela-sela lengan. Pada tabel 7 merupakan hasil pengujian 3 dengan tata letak MLX90615 diletakkan di dahi dan *thermometer* diletakkan di ketiak. Pada tabel 7 merupakan hasil pengujian 4 dengan tata letak MLX90615 diletakkan di dahi dan *thermometer* diletakkan di sela-sela lengan. Dari keseluruhan pengujian didapatkan nilai *error persen* terkecil terdapat pada pengujian satu sebesar 0,014%.

TABEL VIII PENGUJIAN MLX90615 DENGAN PEMBANDING THERMOMETER DIGITAL

No	Pengujian	Ht	Hp	E%
1.	Pengujian 1	36,192	36,339	0,010
2.	Pengujian 2	36,142	36,241	0,0106
3.	Pengujian 3	36,467	35,665	0,0218
4.	Pengujian 4	35,975	35,602	0,138

D. Pengujian Sensor BMP180

Pengujian sensor BMP180 (Hp) menggunakan 2 jenis pengujian. Pada tabel 8 merupakan pengujian 1 dengan menggunakan pembanding (Ht) MLX90615. Hal ini dikarenakan sensor MLX90615 telah diuji dan terkalibrasi. Sensor BMP180 merupakan salah satu jenis sensor *barometric* yang dapat mengukur suhu lingkungan dan ketinggian (*altitude*). Pada tabel 8 merupakan pengujian 2 dengan menggunakan pembanding altimeter. Altimeter yang digunakan adalah aplikasi digital yang dapat di download pada *playstore* dengan OS Android pada gambar 8.

Pengujian 1 tabel 8 dijelaskan bahwa terdapat 10 data yang diambil secara *real time* sehingga didapatkan nilai *error persen* rata-rata sebesar 0,056%. Sedangkan pengujian 2 tabel 8 jelaskan bahwa didapatkan nilai *error persen* rata-rata sebesar 0,063%.

E. Pengujian Sistem

Metode *fartlek* merupakan salah satu jenis latihan dengan lari atau *joging* menggunakan interval kecepatan yang berubah-ubah contohnya, futsal. Penelitian ini menggunakan aktivitas olahraga futsal dalam pengujian sistem. Pada tabel 9 terdapat 11 responden. Setiap responden diukur kondisi kesehatannya sesudah melakukan aktivitas olahraga futsal selama 10 hingga 15 menit. Sehingga didapatkan 10 data yang sesuai dan 1 data yang tidak sesuai. Pada pengujian ini pembanding berupa pertanyaan secara *subjective*. Dari keseluruhan data yang didapatkan terdapat 1 data yang tidak sesuai dan 10 data yang sesuai sehingga didapatkan nilai kesesuaian (2) , sebesar :

$$\frac{10}{11} \times 100\% = 90,909\% \dots \dots (2)$$

TABEL IX HASIL PENGUJIAN FUZZY LOGIC DENGAN AKTIVITAS MENGGUNAKAN METODE FARTLEK

No.	S	D	G	K	Hp	Ht	SS/TS
1.	40,36	141	0,11	51,2	I	I	SS
2.	37,86	143	1,52	52,88	I	I	SS
3.	38,6	126	3,37	35,43	L	I	TS
4.	37,86	128	0,11	36,04	L	L	SS
5.	37,08	93	108	32,5	L	L	SS
6.	38,8	131	0,11	49	L	L	SS
7.	38,78	122	3,92	33,35	L	L	SS
8.	38,24	118	1,27	32,75	L	L	SS
9.	37,48	126	7,35	39	L	L	SS
10	38,02	122	2,39	33,75	L	L	SS
11.	39,82	130	1,69	33,33	L	L	SS

Keterangan :

- S = Suhu
- D = Detak jantung
- G = GSR
- L = Lanjutkan
- SS = Sesuai
- TS = Tidak Sesuai
- I = Istirahat

Analisa sistem fuzzy logic dapat dilihat sebagai contoh pada metode *fartlek* data pertama dengan nilai suhu sebesar 37.86, detak jantung sebesar 143, GSR sebesar 1,52. Maka nilai K dapat diketahui dengan cara, sebagai berikut :

Pertama, mencari nilai *mamber function* suhu (3), detak (4), dan GSR (5), sebagai berikut :

$$\mu_{Suhu} = \frac{39-37,86}{2} = 0,57 \dots \dots \dots (3)$$

$$\mu_{Detak} = \frac{143-130}{20} = 0,65 \dots \dots \dots (4)$$

$$\mu_{GSR} = \frac{1,52-0}{2} = 0,76 \dots \dots \dots (5)$$

Setelah diketahui nilai *mamber function* pada setiap parameter sensor maka dicari nilai *min* dengan menggunakan rumus mencari *min* (6), sebagai berikut :

$$\alpha = \min(\mu_{Suhu}, \min(\mu_{Detak}, \mu_{GSR})) \dots \dots \dots (6)$$

$$\alpha = \min(\mu_{Suhu}[37,86], \min(\mu_{Detak}[141], \mu_{GSR}[1,52]))$$

$$\alpha = \min(0,427 ; \min(1,45; 0,76))$$

$$\alpha = 0,57$$

Setelah diketahui nilai α (nilai *min*) kemudian mencari nilai *z* atau nilai K untuk menentukan hasil keputusan, sebagai berikut :

$$z = 62,5 - (\alpha * 12,5)$$

$$z = 62,5 - (0,57 * 12,5)$$

$$z = 55,88$$

Nilai $z = 55,88$ termasuk pada range keputusan Lanjutkan. Maka, hasil perhitungan manual dan secara otomatis dari alat tersebut yakni, sesuai.

Metode *cross country* dalah salah satu jenis metode aktivitas fisik lintas alam. Metode latihan tersebut menyerupai saat melakukan pendakian gunung. Selaian itu metode tersebut dapat

digunakan untuk mengukur dayan tahan tubuh dan kardiovaskular.

Pengujian cross country terdapat 3 jenis pengujian, yaitu pengujian 1 tabel 10 dijelaskan pada saat kondisi awal (sebelum melakukan aktivitas pendakian), pengujian 2 tabel 11 dijelaskan pada saat kondisi setelah melakukan pendakian selama 10 hingga 15 menit, dan pengujian 3 tabel 12 dijelaskan pada saat setelah istirahat dari aktivitas selama 10 hingga 15 menit. Dari keseluruhan data pengujian dengan metode cross country, dengan nilai error persen sebesar 84,1 %.

TABEL X HASIL PENGUJIAN KESELURUANN SISTEM DENGAN CROSS COUNTRY

No	Parameter	ΣD	ΔS	ΔD	ΔG	ΔK	$\Delta E\%$
1	Kondisi Awal	23	36,84	87,17	3,88	41,79	95,65
2	Saat Pendakian	30	37,11	123,38	4,83	44,97	93,33
3	Setelah Pendakian	30	35,55	121,03	3,04	43,14	63,33
Rata-rata							84,1

Keterangan :

ΣD : Jumlah data ΔG : Rata-rata GSR
 ΔS : Rata-rata suhu ΔK : Rata-rata konstanta
 ΔD : Rata-rata detak jantung
 $\Delta E\%$: Rata-rata *error persen*

Dari keseluruhan data dengan menggunakan metode fartlek dan cross country didapatkan nilai error persen atau nilai kesesuaian sistem fuzzy logic sebesar 87,545%.

V. KESIMPULAN

Setelah melakukan perencanaan dan pembuatan sistem, kemudian dilakukan pengujian dan analisa, dari hasil tersebut dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari keseluruhan data GSR dengan 11 responden didapatkan nilai rata-rata *error persen* sebesar 0,305%.
2. Dari data keseluruhan data *pulse sensor* , dengan 12 responden didaptn nilai rata-rata *error persen* sebesar 0,0247.
3. Dari keseluruhan data pengujian MLX90615, dengan 4 responden didapatkan nilai *error persen* terkecil terdapat pada pengujian 1 sebesar 0,0106%.
4. Dari keseluruhan data BMP 180 pada pengujian suhu lingkungan didapatkan nilai *error persen* sebesar 0,056% sedangkan pada pengujian ketinggian sebesar 0,063%.
5. Dari keseluruhan pengujian sistem dengan menggunakan metode *fartlek* didaptkannilai kesesuaian sebesar 90,909%.
6. Dari keseluruhan pengujian sistem dengan menggunakan metode *cross country* didapatkan nilai kesesuaian sebesar 84,1%.
7. Dari keseluruhan pengujian sistem baik menggunakan metode *fartlek* dan *cross country* didapatkan nilai kesesuaian rata-rata sebesar 87,545%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Restanti, Berty.2012.*Prototype Instrumen Alat Ukur Untuk Kondisi Pada Pendaki Gunung*.Jember : Teknik Elektro Universitas Jember
- [2] Sudiana, I Ketut.2013.*Dampak Adaptasi Lingkungan Terhadap Perubahan Fisiologis*.Bali : Universitas Pendidikan Ganesha Singaraja
- [3] Kadir, Akmarawita.(Tanpa Tahun).*Adaptasi Kardiovaskular Terhadap Latihan Fisik*.Surabaya: Universitas Wijaya Kusuma