

Rancang Bangun Alat Paraffin Bath Dual Chamber Berbasis Arduino Nano

A.A. Gde Erlangga Kusumaningrat¹, Suhartono², I Made Agus Mahardiananta³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Elektromedik, Fakultas Ilmu-Ilmu Kesehatan, Universitas Bali Internasional
Jl Seroja Gang Jeruk No. 9A, Denpasar, Indonesia

e-mail: erlanggakusuma06@gmail.com¹, harrisuhartono@yahoo.com²,
agusmahardiananta@iikmpbali.ac.id³

Received : Agustus, 2022

Accepted : Oktober, 2022

Published : Oktober, 2022

Abstract

Someone who is doing an activity that is quite strenuous will often feel sore when he has finished doing his activity. Thus some people will consult and do healing at the place of physiotherapy. Usually the physiotherapist will provide some stretching and therapy using tools to reduce the pain. One of the healing therapy tools is a paraffin bath which is one of the healing methods using the hydrotherapy method. In the preparation of this final project, the researcher has designed a paraffin bath that has two Arduino nano-based chambers. The two chambers owned by this tool will be controlled through 1 control panel which is operated by officers so that it can make it easier to run this tool. This research is an experimental observational study. The research was conducted by testing the temperature produced by the dual chamber paraffin bath which was displayed on the LCD and compared with the temperature displayed on the thermocouple screen. The test results on the design of the dual chamber paraffin bath device show the following. In testing the temperature in chamber 1, the average temperature was found to be 52.7°C and testing using a thermocouple obtained an average temperature of 52.75°C. obtained an average deviation value of 0.3 C with a deviation percentage of 0.59%. Then the test was carried out in chamber 2 and obtained an average temperature of 51.8°C and testing using a thermocouple obtained an average temperature of 51.82°C. The average deviation result is 0.43°C with a percentage of 0.83%. Through all the test results, it was found that both chambers had an average deviation value which was still below the maximum limit, which was below $\pm 3^{\circ}\text{C}$

Keywords: Physiotherapy, Paraffin bath, Dual chamber, Temperature

Abstrak

Seseorang yang sedang melakukan sebuah aktifitas yang cukup berat sering kali akan merasakan pegal-pegal saat sudah selesai melakukan aktifitas nya tersebut. Dengan demikian beberapa orang akan berkonsultasi dan melakukan penyembuhan pada ketempat fisioterapi. Biasanya petugas fisioterapi akan memberikan beberapa peregangan dan terapi menggunakan alat untuk mengurangi nyeri tersebut. Salah satu alat terapi penyembuhan tersebut adalah alat paraffin bath yang merupakan salah satu dari penyembuhan dengan metode hydrotherapy. Pada penyusunan tugas akhir ini peneliti telah merancang sebuah alat paraffin bath yang memiliki dua chamber berbasis Arduino nano. Dua chamber yang dimiliki pada alat ini akan dikontrol melalui 1 panel kontrol yang dioperasikan oleh petugas sehingga dapat memudahkan dalam menjalankan alat ini. Penelitian ini merupakan penelitian observatif eksperimental. Penelitian yang dilakukan adalah dengan menguji suhu yang dihasilkan oleh alat paraffin bath dual chamber yang ditampilkan pada LCD dan dibandingkan dengan suhu yang ditampilkan pada layar alat

thermocouple. Hasil pengujian pada rancang bangun alat paraffin bath dual chamber menunjukkan hal-hal sebagai berikut. Pada pengujian suhu di chamber 1 didapati suhu rata-rata sebesar 52,7°C dan pengujian menggunakan thermocouple diperoleh suhu rata-rata sebesar 52,75°C. didapatkan nilai penyimpangan rata-rata sebesar 0,3 °C dengan persentase penyimpangan sebesar 0,59%. Kemudian dilakukan pengujian pada chamber 2 dan diperoleh suhu rata-rata 51,8°C dan pengujian menggunakan thermocouple diperoleh suhu rata-rata sebesar 51,82°C. Hasil penyimpangan rata-rata diperoleh sebesar 0,43°C dengan persentase 0,83%. Melalui seluruh hasil pengujian didapati kedua chamber memiliki nilai penyimpangan rata-rata yang masih berada dibawah batas maksimal yaitu dibawah ±3°C

Kata Kunci: Fisioterapi, Paraffin bath, Dual chamber, Suhu

1. PENDAHULUAN

Ketika seseorang sedang melakukan aktifitas, mungkin saja tidak akan merasakan lelah ataupun nyeri di areal persendian, namun umumnya kebanyakan orang akan merasakan nyeri atau kelelahan disaat sudah selesai beraktifitas. Dalam melakukan aktifitas yang ringan atau berat, biasanya bagian-bagian persendian tubuh seseorang pasti akan bekerja, karena sendi merupakan bagian vital didalam tubuh[1]. Contoh sendi pergelangan tangan, pergelangan kaki dan juga sendi bagian jari-jari. Sumber nyeri tersebut dapat mengganggu gerakan dan membatasi lingkupnya[2]. Pembatasan lingkup dan gerakan-gerakan tersebut dikarenakan adanya nyeri, pembengkakan sendi dan kelemahan otot-otot[2].

Untuk meredakan dan menghilangkan rasa nyeri tersebut, seseorang dapat merendam bagian tubuh yang sakit dengan air panas, hal ini dapat melancarkan sirkulasi darah dan juga merelaksasi otot-otot yang kaku[2]. Seiring berkembangnya penelitian-penelitian, didapat sebuah metode perendaman yang baru yaitu dengan menggunakan lilin (*paraffin*). Efek panas yang diperoleh dari lilin (*paraffin*) yang mencair akan menenangkan (merelaksasi) jaringan lunak yang diterapi, membuka pori-pori dan meningkatkan aliran darah dan sirkulasi tubuh[2]. Hal ini baik untuk mengurangi rasa sakit/nyeri, kekakuan otot dan sendi karena mampu menghilangkan kelebihan cairan di jaringan lunak sekitar[1][3]

Pada penelitian pertama yang pernah dilakukan tentang *paraffin bath* adalah Perancangan Alat Paraffin Bath Dengan Kontrol Suhu Secara Otomatis Berbasis *Arduino Uno* yang dilakukan oleh Evrita Lusiana pada tahun 2017 dari program studi teknik elektro Universitas Respati

Yogyakarta[4]. Pada penelitian tersebut telah dirancang sebuah alat *Paraffin Bath* yang mampu melakukan kontrol suhu diantara 48°C sampai dengan 55°C. Pada rancang bangun alat tersebut disediakan sebuah kipas yang berfungsi sebagai pendingin *heater* agar suhu tidak terlampaui tinggi saat *heater* mati diangka 55°C[4].

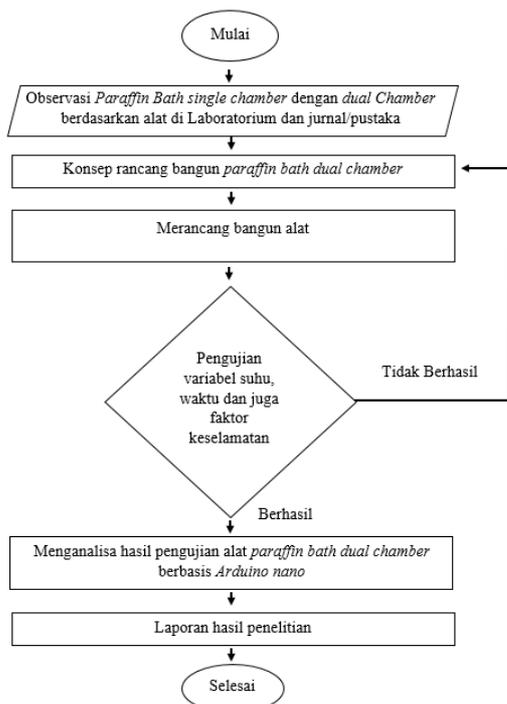
Pada penelitian ini ditemukan beberapa kekurangan, salah satunya adalah ukuran elemen pemanas yang terlalu kecil, hingga menyebabkan panas pada *chamber* tidak merata dan cepat kembali mencair saat pemanas dalam mode mati. Walaupun demikian rancang bangun alat tersebut masih mampu bekerja mengontrol suhu berkat kerja dari sensor suhu yang digunakan yaitu sensor DS18B20 yang mampu mengukur suhu tinggi dan juga tahan air[5].

Berdasarkan permasalahan tersebut, dalam penelitian ini penulis merancang sebuah alat pemanas cairan lilin yaitu *paraffin bath* yang memiliki dua *chamber* dengan satu panel kontrol yang memudahkan alat ini saat digunakan dalam klinik fisioterapi. Dimana dalam klinik fisioterapi biasanya petugas akan mengontrol tiap kinerja alat dari masing-masing panel kontrol pada alat dan biasanya panel kontrol lama kelamaan akan terkena imbas panas dari heater yang ada pada alat tersebut, sehingga dikhawatirkan akan menimbulkan gangguan[6].

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian observatif eksperimental. Penelitian observasi bertujuan untuk mengungkap informasi atau data mengenai alat terapi *paraffin bath* yang telah beredar di pasaran dan juga melalui jurnal-

jurnal ilmiah dengan menyajikan data secara sistemik. Penelitian eksperimental (*experimental research*), merupakan pendekatan penelitian kualitatif yang paling penuh, dalam arti memenuhi semua persyaratan untuk menguji hubungan sebab-akibat[7]. Penelitian eksperimen memiliki khas, yaitu menguji secara langsung pengaruh suatu variabel terhadap variabel lain dan menguji hipotesis hubungan sebab-akibat. Eksperimentasi dimulai dengan mengembangkan hipotesis hubungan sebab akibat antara variabel terikat dan variabel bebasnya. Selanjutnya dilakukan berturut-turut pengukuran nilai (kualitas) variabel terikatnya (*pretest*), mengenakan perlakuan (kondisi pengubah nilai) terhadap variabel bebasnya, dan mengukur kembali nilai variabel terikatnya (*posttest*) untuk melihat ada tidaknya perubahan nilai (kualitas)[7].



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

Penelitian ini dilakukan oleh tiga orang peneliti yang berasal dari keilmuan teknik elektromedik. Alat ini dibuat di laboratorium teknik elektromedik, Universitas Bali Internasional. Uji coba rancang bangun dan pengujian dilakukan selama 6 bulan. Perancangan alat dan pengujian dilakukan dari bulan Februari sampai dengan Juli 2022. Adapun diagram alur penelitian dapat dilihat pada gambar 1.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Paraffin Bath Dual Chamber Berbasis Arduino Nano

Pada penelitian ini telah dibuat sebuah alat *paraffin bath* berbasis *arduino nano* yang memiliki dua *chamber* dan dalam pengembangannya mampu menambah jumlah *chamber* yang lebih banyak. *Arduino nano* sebagai kontroler utama yang dapat menerima, mengolah serta mengeksekusi perintah yang diberikan[8]. Tombol-tombol pada panel kontrol dapat memilih *chamber* mana yang akan digunakan dengan dibantu oleh *LCD* untuk menampilkan pilihan menu tersebut.

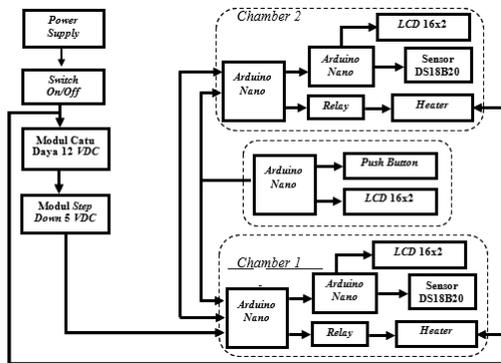
Alat ini memiliki fitur yang mampu memilih dan menghidupkan salah satu ataupun kedua *chamber* sekaligus dengan pengontrol suhu otomatis yaitu pada rentang jarak 45°C-58°C. Secara keseluruhan alat rancangan ini memiliki sistem utama yaitu komunikasi *UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter)*, dimana komunikasi *UART* merupakan sebuah sistem komunikasi antar *Arduino* yang bekerja dengan memberikan perintah ke tiap *Arduino* yang terhubung[9]. Alat *Paraffin Bath Dual Chamber* Berbasis *Arduino Nano* ditunjukkan oleh gambar 2



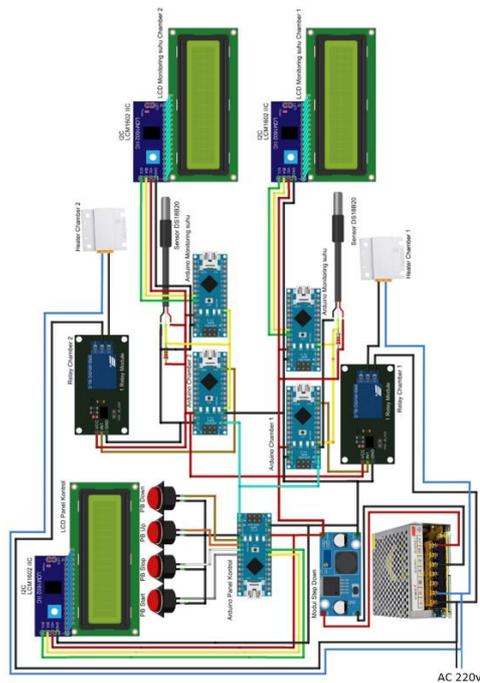
Gambar 2. Paraffin Bath Dual Chamber Berbasis Arduino Nano

Block diagram dari seluruh komponen dari alat ini dapat dilihat pada gambar 3. Perangkaian

dengan menghubungkan antar komponen dengan kabel untuk menjadi sebuah kesatuan sistem kerja dan pada gambar 4 merupakan wiring diagram dari *paraffin bath dual chamber* ini.



Gambar 3. Blok Diagram *Paraffin Bath Dual Chamber* Berbasis *Arduino Nano*



Gambar 4. Wiring Diagram *Paraffin Bath Dual Chamber* Berbasis *Arduino Nano*

Berdasarkan gambar 3 dan 4, Alat *paraffin bath dual chamber* berbasis *Arduino nano* memiliki cara kerja dengan memilih terlebih dahulu *chamber* mana yang akan digunakan dengan tampilan informasi *chamber* yang tertera pada *LCD*. kemudian tekan *start* untuk memberi perintah kepada *Arduino nano* yang berada pada masing-masing *chamber* yang dipilih. Untuk menghidupkan *chamber* lainnya dapat dilakukan dengan menekan tombol *select down*, dan tampilan akan berubah menunjukan *chamber* lainnya yang akan digunakan selanjutnya tekan kembali tombol *start* untuk mengaktifkan *chamber* tersebut. Jika proses terapi sudah selesai, *user* dapat memilih *chamber* mana yang akan dimatikan dengan menekan *stop* pada panel kontrol.

3.2 Pengukuran Suhu Alat *Paraffin Bath Dual Chamber* Berbasis *Arduino Nano* Pada *Chamber 1*

Pengujian suhu pada *chamber 1* diawali saat lilin sudah mencair sempurna yaitu saat *stopwatch* menunjukan angka 1 jam 45 menit atau dapat dikatakan pada menit ke 105 lilin telah mencair dan siap untuk digunakan, pengukuran tersebut dapat dilihat pada gambar 5 dan hasil pengujian yang dilakukan dapat dilihat pada tabel 1.



Gambar 5. Hasil Waktu dan Suhu Pada Awal Pengujian *Chamber 1*

Tabel 1: Hasil Pengujian Suhu Pada Chamber 1 Dengan Thermocouple

No	Waktu (menit)	Suhu (°C)		Selisih (°C)	Error (%)
		Alat	Thermocouple Uji		
1	105	48,3	48,2	0,1	0,21
2	107	50,6	50,8	0,2	0,39
3	109	52,5	52,4	0,1	0,19
4	111	53,3	53,1	0,2	0,38
5	113	54	54,9	0,9	1,64
6	115	54,2	54,6	0,2	0,73
7	117	55,6	55,8	0,2	0,36
8	119	56,3	56,6	0,3	0,53
9	121	57,1	56,9	0,2	0,35
10	123	58,8	58,3	0,5	0,86
11	125	57,1	56,9	0,2	0,35
12	127	56,2	55,5	0,7	1,26
13	129	54	54,9	0,9	1,64
14	131	53,3	53,1	0,2	0,38
15	133	52,1	51,7	0,4	0,77
16	135	50,6	50,8	0,2	0,39
17	137	49,1	49,1	0	0
18	139	48,3	48,6	0,3	0,62
19	141	47,6	47,5	0,1	0,21
20	143	45	45,2	0,2	0,44
Rata-Rata		52,7	52,75	0,3	
Simpangan Baku		3,71	3,66		
Persentase Error %				0,59	

Berdasarkan tabel 1 hasil analisis perhitungan pengujian suhu di *chamber 1*, pada pengambilan data yang telah dilakukan menggunakan alat pembanding yaitu *thermocouple* dan dibandingkan dengan alat *paraffin bath dual chamber* berbasis *arduino nano*, sehingga didapatkan beberapa hasil pengukuran. Pada analisis perhitungan pengujian suhu ini dilakukan dengan cara melakukan pengambilan data dalam *interval* waktu 2 menit maka diperoleh rata-rata suhu pada alat *paraffin bath dual chamber* berbasis *arduino nano* sebesar 52,7°C dan pada alat *thermocouple* sebesar 52,75 °C. Sehingga terdapat simpangan baku sebesar 3,71°C pada alat *paraffin bath dual chamber* berbasis *arduino nano* dan simpangan baku sebesar 3,66°C untuk alat *thermocouple* dengan persentase error sebesar 0,59% dan nilai selisih rata-rata sebesar 0,3 °C. Berdasarkan peraturan menteri kesehatan no 363 tahun 1998 menyatakan sebuah alat yang menggunakan suhu dan berhubungan langsung dengan pasien memiliki nilai penyimpangan maksimal $\pm 3^{\circ}\text{C}$ [10]. Sehingga dengan nilai rata-

rata selisih yang didapat sebesar 0,3°C, pengujian suhu di *chamber 1* pada alat *paraffin bath dual chamber* berbasis *arduino nano* dapat dinyatakan masih berada dibawah batas penyimpangan.

3.3 Pengukuran Suhu Alat Paraffin Bath Dual Chamber Berbasis Arduino Nano Pada Chamber 2

Pengujian suhu pada *chamber 2* diawali saat lilin sudah mencair sempurna yaitu saat *stopwatch* menunjukkan angka 1 jam 50 menit atau dapat dikatakan pada menit ke 110 lilin telah mencair dan siap untuk digunakan, terjadinya perbedaan waktu cair diakibatkan sifat lilin yang memiliki titik leleh yang berbeda-beda sesuai dengan ukuran yang dimiliki[11]. pengukuran tersebut dapat dilihat pada gambar 6 dan hasil pengujian *chamber 2* dapat dilihat pada tabel 2



Gambar 6. Hasil Waktu dan Suhu Pada Awal Pengujian Chamber 2

Tabel 2: Hasil Pengujian Suhu Pada Chamber 2 Dengan Thermocouple

No	Waktu (menit)	Suhu (°C)		Selisih (°C)	Eror (%)
		Alat	Thermocouple Uji		
1	110	56	55,4	0,6	1
2	112	57	56,5	0,5	2
3	114	58	58,5	0,5	3
4	116	57	57,1	0,1	4
5	118	56	56,8	0,8	5
6	120	55,3	55,1	0,2	6
7	122	54,5	54,1	0,4	7
8	124	53,5	53,4	0,1	8
9	126	52,3	52	0,3	9
10	128	51,5	51,5	0	10
11	130	50	50,7	0,7	11
12	132	49,4	49,9	0,5	12
13	134	48	49,2	1,2	13
14	136	47,5	47,1	0,4	14
15	138	46,1	46	0,1	15
16	140	45,5	45	0,5	16
17	142	46,3	46,8	0,5	17
18	144	48,1	48,4	0,3	18
19	146	50,2	50,5	0,3	19
20	148	51,8	52,4	0,6	20
Rata-Rata		51,7	51,82	0,43	
Simpangan Baku		4,04	4		
Persentase Error %				0,83	

Berdasarkan tabel 2 hasil analisis perhitungan pengujian suhu di *chamber 2*, pada pengambilan data yang telah dilakukan menggunakan alat pembanding yaitu *thermocouple* dan dibandingkan dengan alat *paraffin bath dual chamber* berbasis *arduino nano*, sehingga didapatkan beberapa hasil pengukuran. Pada analisis perhitungan pengujian suhu ini

dilakukan dengan cara melakukan pengambilan data dalam *interval* waktu 2 menit maka diperoleh rata-rata suhu pada alat *paraffin bath dual chamber* berbasis *arduino nano* sebesar 51,7°C dengan simpangan baku sebesar 4,04°C dan pada alat *thermocouple* sebesar 51,82°C dengan simpangan baku sebesar 4°C. Perbedaan jumlah rata-rata alat dengan *thermocouple* yaitu sebesar 0,43°C dengan

persentase error sebesar 0,83%. Berdasarkan peraturan menteri kesehatan no 363 tahun 1998 menyatakan sebuah alat yang menggunakan suhu dan berhubungan langsung dengan pasien memiliki nilai penyimpangan maksimal $\pm 3^{\circ}\text{C}$ [10]. Sehingga dengan nilai rata-rata selisih yang didapat sebesar $0,43^{\circ}\text{C}$, pengujian suhu di chamber 2 pada alat *paraffin bath dual chamber* berbasis *arduino nano* dapat dinyatakan masih berada dibawah batas penyimpangan.

3.4 Hasil Analisis Data Menggunakan SPSS

Hasil dari pengujian yang telah didapat selanjutnya dilakukan sebuah pengolahan data untuk mencari hasil analisa yang tepat menggunakan aplikasi pengolahan data SPSS. Hasil analisis dapat dilihat pada tabel 3, 4, 5, 6, 7, dan 8

Tabel 3: Uji Asumsi Normalitas Chamber 1

Uji Asumsi Normalitas	
	Shapiro-Wilk
	Signifikansi
Alat	0,729
<i>Thermocouple</i>	0,498

Tabel 4: Uji T Statistik Sampel Berpasangan Chamber 1

Statistik Sampel Berpasangan			
		Rata-rata	Simpangan Baku
Pasangan 1	Alat	52,7000	3,71413
	<i>Thermocouple</i>	52,7450	3,65981

Tabel 5: Uji T Pengujian Sampel Berpasangan Chamber 1

Uji Sampel Berpasangan		
		Signifikansi (2-tailed)
Pasangan 1	Alat - <i>Thermocouple</i>	0,628

Tabel 6: Uji Asumsi Normalitas Chamber 2

Uji Asumsi Normalitas	
	Shapiro-Wilk
	Signifikansi
Alat	0,244
<i>Thermocouple</i>	0,715

Tabel 7: Uji T Statistik Sampel Berpasangan Chamber 2

Statistik Sampel Berpasangan			
		Rata-rata	Simpangan Baku
Pasangan 1	Alat Buatan	51,7000	4,04566
	<i>Thermocouple</i>	51,8200	4,00034

Tabel 8: Uji T Pengujian Sampel Berpasangan Chamber 2

Uji Sampel Berpasangan		
		Signifikansi (2-tailed)
Pasangan 1	Alat - <i>Thermocouple</i>	0,304

Berdasarkan keseluruhan hasil yang didapat melalui pengolahan data dengan aplikasi SPSS melalui sistem Uji T, Dengan demikian didapat hasil pengujian data *chamber* 1 pada tabel uji asumsi normalitas yaitu tingkat signifikansi alat buatan sebesar 0,729 dan pada *thermocouple* sebesar 0,498. Pada tabel Uji T Statistik Sampel Berpasangan *Chamber* 1 data akan dipasangkan namun terlebih dahulu harus dicari rata-rata dan juga simpangan baku pada masing-masing alat yang diuji, didapati alat buatan memiliki rata-rata suhu sebesar 52,7000°C dengan simpangan baku 3,71413°C dan pada alat *thermocouple* sebesar 52,7450°C dengan simpangan baku 3,65981°C. Simpangan baku yang didapat adalah menunjukkan ragam data yang akan diolah. Pada tabel uji sampel berpasangan *chamber* 1 data telah dipasangkan dan selanjutnya akan dicari tingkat signifikansi pasangan. Didapati pada uji tersebut hasil tingkat signifikansi nya adalah 0,628 yang menunjukkan kelayakan hasil pengujian karena hasil tersebut lebih besar dari 0,05.

Sama halnya dengan pengujian yang dilakukan pada *chamber* 2 yaitu pada tabel uji asumsi normalitas didapati tingkat signifikansi alat buatan sebesar 0,244 dan *thermocouple* sebesar 0,715. Pada tabel uji statistik berpasangan dilakukan pencarian rata-rata dan simpangan baku pada masing-masing data dimana pada alat buatan memiliki rata-rata suhu sebesar 51,7000°C dengan simpangan baku sebesar 4,04566°C dan pada *thermocouple* rata-rata suhu sebesar 51,8200°C dengan simpangan baku sebesar 4,00034°C. Pada tabel uji sampel berpasangan dilakukan pencarian tingkat signifikansi dari pasangan yang telah digabungkan sebelumnya, maka diperoleh hasil sebesar 0,304 dan lebih besar dari 0,05.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dari penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan :

- 1) Rancang bangun alat *paraffin bath dual chamber* berbasis *arduino nano* ini dirancang untuk dapat memudahkan operator dalam melakukan sebuah proses fisioterapi karena chamber dapat dikontrol hanya melalui satu genggam panel kontrol. *Arduino Nano* berperan penting untuk memberi perintah ke *heater* serta menampilkan pengukuran suhu secara realtime pada tiap *chamber*.

- 2) Pengujian suhu yang dilakukan yaitu dengan membandingkan suhu yang tertera pada tiap *chamber* yang ditampilkan melalui *LCD* dan dibandingkan dengan alat *thermocouple*. Pengujian dilakukan dengan mencatat setiap perubahan suhu dalam *interval* 2 menit.
- 3) Pada pengujiannya suhu *chamber* 1 didapati lilin telah meleleh secara sempurna pada menit ke 105 dengan suhu yang ditampilkan sebesar 48,3°C dan suhu yang ditampilkan oleh alat pembanding yaitu 48,2°C dengan rata-rata error sebesar 0,59%. Pada *chamber* 2 pada menit ke 110 didapat suhu 52,7°C dan perbandingan suhu yang ditampilkan pada alat *thermocouple* sebesar 52,75°C dengan rata-rata persentase error sebesar 0,83%.

PERNYATAAN PENGHARGAAN

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada kampus Universitas Bali Internasional khususnya kepada para tenaga pengajar di program studi Teknik Elektromedik serta kepada rekan-rekan seangkatan yang telah berkontribusi secara langsung dalam penyelesaian alat *paraffin bath dual chamber* ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Amran, W. Widianingsih, and S. Anwar, "Pengaruh Pelatihan Manajemen Nyeri terhadap Peningkatan Kompetensi Perawat," *J. Keperawatan Silampari*, vol. 2, no. 2, pp. 87–102, 2019.
- [2] M. Bahrudin, "Patofisiologi Nyeri (Pain)," *Saintika Med.*, vol. 13, no. 1, p. 7, 2018.
- [3] M. Ilham, I. T. W. Wisjhnuadji, and M. Kom, "Sistem Paraffin Bath Menggunakan Android Berbasis Arduino," vol. 1, no. MARET, pp. 149–152, 2018.
- [4] E. L. Utari, I. Buyung, and H. M. Utami, "PERANCANGAN ALAT PARAFFIN BATH DENGAN KONTROL SUHU SECARA OTOMATIS BERBASIS ARDUINO UNO Evrita," *J. Teknol.*, vol. Volume 10, pp. 128–134, 2017.
- [5] M. T. Ellia Nurazizah, Mohamad Ramdhani, S.T., M.T., Achmad Rizal, S.T., "Rancang Bangun Termometer Digital Berbasis Sensor Ds18b20 Untuk

- Penyandang Tunanetra | Nurazizah | eProceedings of Engineering,” vol. 4, no. 3, pp. 3294–3301, 2017.
- [6] Mustangin and I. Saputra, “Perancangan Modifikasi Heater dan Sistem Kontrol Water Bath Kapasitas 9 Liter,” *Pros. Semin. Rekayasa Teknol.*, pp. 235–245, 2018.
- [7] A. P. D. Hamid, *Metodelogi Penelitian Kualitatif, Kuantitatif, Dan Eksperimen*. Malang: CV Literasi Nusantara Abadi, 2022.
- [8] K. Husni, W. Wildian, and M. Yusfi, “Rancang Bangun Shaking Water Bath Berbasis Mikrokontroler ATmega16,” *J. Fis. Unand*, vol. 6, no. 1, pp. 9–16, 2017.
- [9] P. Studi, T. Komputer, J. T. Informatika, F. I. Komputer, and U. Brawijaya, “Serial Arduino Berbasis Uart Dengan Metode Hamming Code,” 2018.
- [10] Direktorat jendral pelayanan medik, “Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 363 Tahun 1998-Tentang Institusi Penguji Alat Kesehatan Buku Pedoman,” pp. 1–105, 1998.
- [11] A. Suwandi, Z. Sjarief, D. Rahmalina, and R. A. Rahman, “Rancang Bangun Bed Storage untuk Thermal Energy Storage Berbasis Parafin dan Serbuk Besi,” *JTERA (Jurnal Teknol. Rekayasa)*, vol. 6, no. 1, p. 163, 2021.