

PERANCANGAN ALAT *PARAFFIN BATH* DENGAN KONTROL SUHU SECARA OTOMATIS BERBASIS *ARDUINO UNO*

Evrita Lusiana Utari¹ Irawadi Buyung² Hastuti Madyaning Utami³,

¹Prodi Teknik Elektro, Fakultas Sains & Teknologi Universitas Respati Yogyakarta
Jl. Laksda Adisucipto Km 6,3 Depok, Sleman, Yogyakarta 55281 Telp 0274 489780

E-mail: evrita_lusiana@yahoo.com

buyungirawadi@gmail.com, hastuti.mu98@gmail.com

ABSTRACT

Paraffin bath purposes as a therapeutic instrument that produces *paraffin* temperatures at 47.8°C to 54°C. The value of temperature accuracy becomes very important where the hot *paraffin* directly exposed the patient's skin. In a conventional *paraffin bath*, the *paraffin* melt at high temperatures and cooling is done manually so that the accuracy of the temperature is still low. *Paraffin bath* instrument automation is required to improve the accuracy of temperature and facilitate the therapist in use. Automatic design of *paraffin bath* with temperature control and find the level of temperature accuracy. The design of *Paraffin Bath* instrument uses ATmega328, DS18B20 Sensor as wire temperature detector that has digital output without required Analog to Digital Converter (ADC). And as *paraffin* heater uses a dry heater, and an AC fan as a temperature-lowering. The instrument is designed to produce temperatures between 47.8°C to 54°C. Designed tools can be realized with automatic temperature control for *paraffin* melting and temperature stabilization. The first indication of success in the design of *paraffin bath* instrument is an error factor in testing the temperature of the apparatus compared to the temperature at the thermometer of 0.6%. The second indication is able to stabilize the temperature between 51°C to 54°C.

Keywords: Heating, temperature control, *paraffin*.

INTISARI

Paraffin bath berfungsi sebagai alat terapi yang menghasilkan suhu *paraffin* pada 47,8°C hingga 54°C. Nilai keakuratan suhu menjadi sangat penting mengingat panas *paraffin* langsung mengenai kulit pasien. Pada alat *paraffin bath* secara konvensional, pencairan *paraffin* dengan suhu tinggi dan pendinginannya dilakukan secara manual sehingga tingkat keakuratan suhunya masih rendah. Otomatisasi alat *paraffin bath* diperlukan untuk meningkatkan keakuratan suhu dan mempermudah terapis dalam penggunaannya. Perancangan alat *paraffin bath* dengan kontrol suhu secara otomatis dan mengetahui tingkat keakuratan suhunya. Perancangan alat *Paraffin Bath* menggunakan ATmega328, Sensor DS18B20 sebagai pendeteksi suhu *wire* yang memiliki *output* digital tanpa diperlukan *Analog to Digital Converter* (ADC). Dan sebagai pemanas *paraffin* menggunakan *heater* kering, dan kipas AC sebagai penurun suhu. Alat dirancang untuk menghasilkan suhu antara 47,8°C hingga 54°C. Alat yang dirancang dapat direalisasikan dengan kontrol suhu secara otomatis untuk pencairan *paraffin* maupun penstabilan suhu. Indikasi pertama keberhasilan dalam perancangan alat *paraffin bath* adalah faktor kesalahan pada pengujian suhu pada alat dibandingkan dengan suhu pada termometer sebesar 0,6%. Indikasi ke dua yaitu mampu menstabilkan suhu antara 51°C hingga 54°C.

Kata Kunci : Pemanasan, kontrol suhu, *paraffin*.

PENDAHULUAN

Hidroterapi merupakan salah satu unsur yang utama bagi seorang fisioterapis yang dalam pelaksanaannya memanfaatkan pengaruh suhu, mekanik, kimiawi dan tekanan dari zat cair. Pada pemanfaatan zat cair sebagai media terapi dengan suhu, dijumpai dua pengelompokan besar yaitu panas dan dingin. Pemanfaatan suhu

zat cair dapat berupa alat antara lain: *cryotherapy*, *paraffin bath*, *contras bath*, *hot bath*, dan *hot pack*.

Paraffin bath merupakan salah satu metode hidroterapi yang menggunakan *paraffin* sebagai medianya. Pada prinsipnya, terapi ini merupakan terapi yang memanfaatkan suhu

yang relatif tinggi (panas). Terapi ini dapat dilakukan dengan berbagai cara sebagai berikut:

1. Rendaman anggota tubuh yang diobati ke dalam *paraffin* yang sudah meleleh.
2. Menggunakan kuas atau sikat yang dicelupkan ke dalam *paraffin* yang meleleh lalu dioleskan ke bagian tubuh yang diterapi.
3. *Paraffin pack*.

Anggota tubuh setelah direndam dalam *paraffin* cair akan menjadi kemerah-merahan (eritema), lemas, serta berkeriat. Eritema ini muncul sebagai efek fisiologis yang ditimbulkan karena adanya stimulasi berupa sensasi panas yang ditimbulkan oleh *paraffin* cair. Hal seperti ini memungkinkan untuk diberi *massage*, *stretching* dan terapi manipulasi lunak.

Paraffin yang digunakan adalah *paraffin* biasa ditambah *paraffin oil*. Perbandingan *paraffin* dengan *paraffin oil*nya adalah enam bagian *paraffin* dengan satu *paraffin oil*. *Paraffin* cair hanya dapat mempertahankan suhunya yang sekitar 45-50°C hanya 20 menit (Sujatno, 1993).

Paraffin berbeda dengan air, *paraffin* bekas diperbolehkan untuk digunakan terapi lagi tetapi air tidak diijinkan. Hal ini merupakan salah satu keuntungan dari *paraffin* selain mudah didapat dengan harga yang murah. Kemungkinan menularnya penyakit kulit melalui *paraffin* bekas yang kemudian digunakan lagi untuk terapi hampir tidak ada. Hal itu sangat berbeda dengan air yang masih memiliki kemungkinan menularnya penyakit kulit yang cukup besar (Sujatno, 1993).

Kontrol suhu tersebut bertujuan untuk mencairkan *paraffin* pada suhu 70°C lalu menghasilkan suhu yang konstan dengan kisaran 47,8°C hingga 54°C secara otomatis. Sistem kontrol otomatis ini membuat pemanasan *paraffin* lebih efektif. *User* lebih mudah dalam penggunaannya karena tidak perlu menunggu *paraffin* hingga cair untuk kemudian mengganti pengaturan suhu yang digunakan untuk terapi secara manual. Hal tersebut juga mengurangi tingkat *human error* dalam penggunaan *paraffin bath*. Selain itu, pengukuran suhu secara otomatis akan meningkatkan keakuratan suhu pemanasan *paraffin* yang akan digunakan oleh pasien.

Prinsip Pemanasan *Paraffin*

Paraffin yang akan digunakan untuk terapi awalnya berbentuk padat. *Paraffin* yang telah dimasukkan ke dalam *chamber* akan dipanaskan

pada suhu 100°C hingga meleleh. Toleransi seseorang terhadap *paraffin bath* berkisar antara 47,8°C hingga 54°C, oleh sebab itu sebelum digunakan suhu *paraffin* diturunkan hingga +47°C (Sujatno, 1993).

Metode Penggunaan *Paraffin Bath*

Pada penggunaan *paraffin bath* dengan metode rendaman, setelah *paraffin* berada pada suhu antara 47,8-54°C, bagian tubuh yang akan diterapi kemudian dicelupkan ke dalam *paraffin* cair tersebut selama beberapa detik. Kemudian diangkat dan didiamkan selama beberapa waktu sampai rasa hangatnya berkurang. Setelah itu bagian tubuh tersebut dicelupkan lagi ke dalam *paraffin* cair selama beberapa detik dan diangkat lagi serta didinginkan. Begitu seterusnya sampai *paraffin* yang menempel sudah tebal dan saat dicelup ke *paraffin* cair pasien tidak merasakan panas lagi. Kemudian bagian tubuh yang sudah tertempel *paraffin* tersebut dibungkus dengan handuk dan didiamkan selama 10-15 menit. Lalu handuk dilepas dan *paraffin* yang sudah mengering tadi dikelupas dari bagian tubuh yang tertempel *paraffin* tadi. Setelah itu akan tampak eritema pada bagian tubuh tersebut (Sujatno, 1993).

Keakuratan cukup tinggi, yaitu 0,5°C pada rentang suhu 10°C hingga +85°C. DS18B20 tidak membutuhkan Analog to Digital Converter (ADC) agar dapat berkomunikasi dengan mikrokontroler. Karena *output* data sensor ini merupakan data digital, maka tidak dikhawatirkan terhadap degradasi data ketika menggunakan untuk jarak yang jauh.



Gambar 1. Bentuk Sensor Suhu DS18B20 (<https://www.intellihome.be/en/waterproof-temperature-sensor-ds18b20.html>)

Sensor suhu DS18B20 dengan kemampuan tahan air (*waterproof*) cocok digunakan untuk mengukur suhu pada tempat

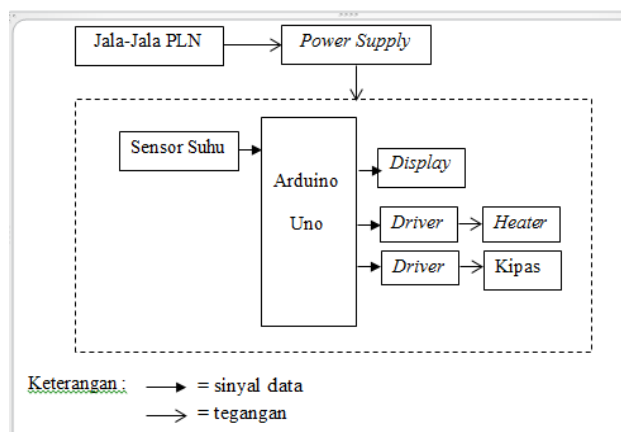
yang sulit, atau basah. Bentuk fisik DS18B20 diperlihatkan pada Gambar 1.

Berdasarkan *data sheet*, sensor DS18B20 memiliki spesifikasi antara lain:

1. Tegangan yang dibutuhkan sensor dari 3.0V sampai 5.5V power/data
2. Akurasi $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ sampai -10°C , dan -10°C sampai $+85^{\circ}\text{C}$
3. Batas temperatur sensor dari -55 sampai 125°C atau -67°F sampai $+257^{\circ}\text{F}$
4. Menggunakan 1 kabel Antarmuka (*Interface*) dan hanya 1 digital pin untuk komunikasi
5. Memiliki batas peringatan jika suhu tinggi (*temperature-limit alarm system*)
6. Waktu tunggu data masuk 750ms
7. Kabel antarmuka (*Interface*)
 - Kabel merah : VCC
 - Kabel hitam : GND
 - Kabel putih : DATA
8. Bahan *stainless steel* silinder dengan diameter 6mm dan panjang 35mm
9. Diameter kabel : 4mm
10. Panjang kabel : 90cm

Arduino Uno

Arduino adalah nama keluarga papan mikrokontroler yang awalnya dibuat oleh perusahaan *Smart Projects*. Salah satu tokoh penciptanya adalah Massimo Banzi. Papan ini merupakan perangkat keras yang bersifat “*open source*” sehingga boleh dibuat oleh siapa saja. Berbagai jenis kartu *Arduino* tersedia, antara lain *Arduino Uno*, *Arduino Diecimila*, *Arduino Duemilanove*, *Arduino Leonardo*, *Arduino Mega*, dan *Arduino Nano*. Walaupun ada berbagai jenis kartu *Arduino*, secara prinsip pemrograman yang diperlukan menyerupai. Hal yang membedakan adalah kelengkapan fasilitas dan pin-pin yang perlu digunakan (Kadir, 2015). Pada perancangan alat *paraffin bath* ini menggunakan *Arduino Uno*.



Gambar 2. Blok Diagram Perancangan Alat

Blok diagram dari perancangan alat *paraffin bath* dengan kontrol suhu secara otomatis ditunjukkan pada Gambar 2.

PERANCANGAN RANGKAIAN ALAT

Perancangan alat paraffin bath meliputi perancangan rangkaian sensor, perancangan rangkaian diver heater, perancangan rangkaian driver kipas dan perancangan kendali suhu. Realisasikan dari perancangan-perancangan rangkaian rangkaian alat *paraffin bath* ini dirancang untuk dapat menghasilkan suhu antara $47,8^{\circ}\text{C} - 50^{\circ}\text{C}$.

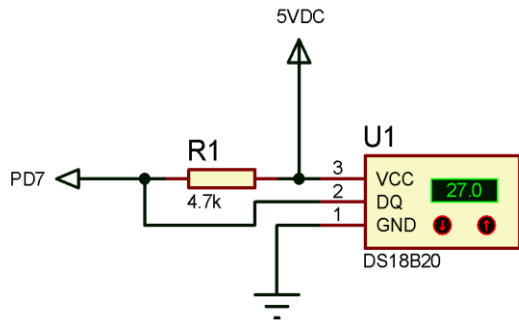
Spesifikasi Alat

Untuk merealisasikan proses pelaksanaannya, maka perlu dirancang rangkaian-rangkaian yang sesuai dengan spesifikasi yang diperlukan, seperti:

1. Tegangan jala-jala yang dibutuhkan 220 VAC.
2. Catu daya yang dibutuhkan sebesar 12 VDC dan 5 VDC.
3. Atmega328 sebagai kontrol/pengendali sistem.
4. *Liquid Cristal Display* (LCD) 2 x 16 sebagai *display*.
5. Sensor DS18B20 sebagai pendeteksi suhu.
6. *Heater* kering sebagai pemanas.
7. Kipas sebagai pendingin.

PERANCANGAN RANGKAIAN KONTROL SUHU

Perancangan rangkaian kontrol suhu pada alat *paraffin bath* merupakan rangkaian yang berfungsi untuk mengubah besaran suhu menjadi besaran listrik dalam bentuk tegangan. Sensor DS18B20 mempunyai tegangan keluaran yang linear terhadap suhu dalam derajat *celcius*. Pada kaki 2 sensor DS18B20 akan terhubung dengan PD7 pada mikrokontroler ATmega328. Besar tegangan *input* pada PD7 tergantung dari suhu yang dideteksi oleh sensor DS18B20. Pada mode normal, GND akan terhubung dengan *ground*, VDD akan terhubung dengan 5V dan DQ akan terhubung dengan pin *Arduino*, namun ditambahkan resistor *pull-up* sebesar 4,7k. Mode ini sangat direkomendasikan pada aplikasi yang melibatkan banyak sensor dan membutuhkan jarak yang panjang. Bentuk rangkaian dari sensor DS18B20 dapat dilihat pada Gambar 3.

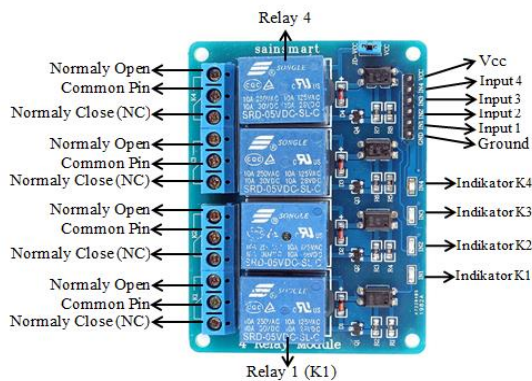


Gambar 3. Bentuk Rangkaian Sensor DS18B20

Nilai digital yang dihasilkan oleh sensor suhu diberikan pada pin PD7. Sehingga untuk menampilkan informasi suhu pada LCD.

PERANCANGAN RANGKAIAN DRIVER HEATER DAN KIPAS

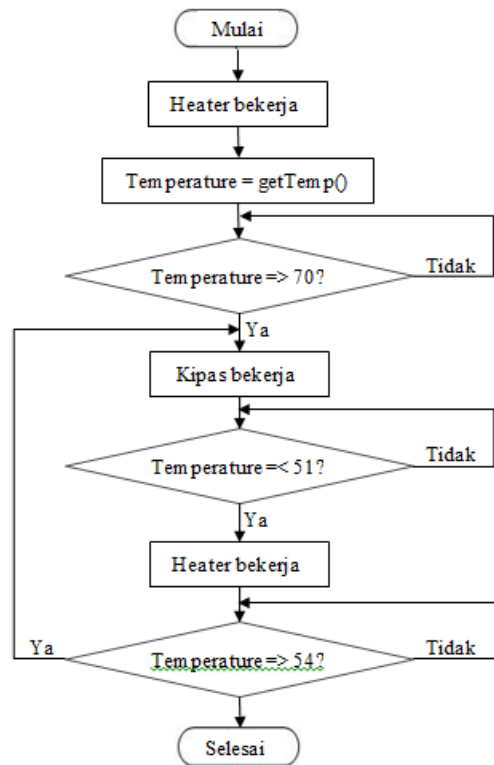
Dalam perancangan alat *paraffin bath* ini menggunakan *relay module* yang ditunjukkan pada Gambar 3.5. *Relay module* ini digunakan untuk menghidupkan dan mematikan kipas dan *heater* sesuai perintah dari mikrokontroler ATmega328 pada *Arduino Uno module*.



Gambar 4. Rangkaian *Driver Heater* dan Kipas

G PERANCANGAN PERANGKAT LUNAK

Dalam perancangan perangkat lunak, dibuat dengan menggunakan Bahasa C yang ditulis pada editor *Arduino Integrated Development Environment (Arduino IDE)*.



Gambar 5. Flow chart perancangan

PENGUJIAN SENSOR DS18B20

Pembuktian responsi sensor DS18B20 pada alat *paraffin bath* dimaksudkan untuk mengetahui besaran suhu yang terdeteksi oleh sensor DS18B20. Dalam melakukan proses pengujian, kaki 1 pada sensor DS18B20 akan diberikan tegangan sebesar 5 VDC. Kaki sensor DS18B20 ditempelkan dengan ujung termometer kemudian diberikan pemanasan pada keduanya menggunakan solder. Keluaran suhu sensor DS18B20 dapat dilihat secara langsung pada LCD.

Tabel 1. Hasil Pengujian Responsi Sensor DS18B20

No	Suhu		Tingkat Kesalahan = $\left \frac{\text{Termometer} - \text{Alat}}{\text{Termometer}} \right \times 100\%$ (%)
	Termometer (°C)	Alat (°C)	
1	40	40,06	0,15
2	39	39	0
3	38	38	0
4	37	37	0
5	36	36	0
6	35	34,81	0,54
7	34	33,94	0,17
8	33	32,94	0,18
9	32	32	0
10	31	30,84	0,19
Rata-rata			0,12

PENGUJIAN FUNGSI

Pengujian fungsi dilakukan untuk mengetahui apakah alat bekerja dengan benar sebagai alat *paraffin bath*. Pengujian fungsi dibagi menjadi dua yaitu pengujian suhu, dan pengujian proses *paraffin bath*. Pengujian fungsi dikaitkan dengan pengaturan waktu dalam pemanasan heater.

PENGUJIAN SUHU

Pengujian suhu dilakukan dengan tujuan untuk memastikan suhu yang tertampil pada tampilan alat sesuai dengan suhu aktual pada *paraffin*. Pada proses pengujian suhu dilakukan dengan memberikan nilai suhu pada alat melalui program, sehingga alat akan melakukan pemanasan sampai dengan suhu yang diatur. Untuk membandingkan suhu yang tertampil pada alat maka dilakukan pengukuran suhu dengan termometer sehingga dapat dilihat selisih suhu yang terdeteksi oleh alat dan termometer. Ujung termometer diletakkan sejajar dengan DS18B20. Bagian DS18B20 dengan bahan *stainless steel* dibenamkan seluruhnya kedalam *paraffin* agar tidak terpengaruh oleh suhu ruangan.

Tabel 2. Hasil Pengujian Kenaikan Suhu

No	Suhu		Tingkat Kesalahan = $\frac{ Termometer - Alat }{Termometer} \times 100\%$ (%)
	Termometer (°C)	Alat (°C)	
1	61,5	61	0,8
2	62	62	0
3	62,5	63	0,8
4	63,5	64	0,78
5	64	65	1,5
6	65	66	1,5
7	66,5	67	0,76
8	67,5	68	0,74
9	69	69	0
10	70	70	0
Rata-rata			0,68

Tabel 3. Hasil Pengujian Penurunan Suhu

No	Suhu		Tingkat Kesalahan = $\frac{ Termometer - Alat }{Termometer} \times 100\%$ (%)
	Termometer (°C)	Alat (°C)	
1	60,5	60	0,8
2	59,5	59	0,8
3	58,5	58	0,8
4	58	57	1,7
5	57	56	1,7
6	55,5	55	0,9
7	54	54	0
8	53	53	0
9	52	52	0
10	51	51	0
Rata-rata			0,67

Rata-rata tingkat kesalahan untuk kenaikan dan penurunan suhu menunjukkan hasil yang hampir sama. Pengujian suhu yang

terdeteksi dan tertampil pada alat dibandingkan dengan termometer menunjukkan hasil yang fluktuatif. Hal ini dikarenakan kesejajaran peletakan sensor suhu dan ujung termometer yang kurang presisi.

Realisasi Alat

Paraffin bath yang telah dirancang dan terealisasi memiliki ukuran panjang 36 cm, lebar 26 cm, dan tinggi 17 cm. Bahan utama yang digunakan untuk bagian chasing menggunakan bahan akrilik. Bahan ini digunakan akan rangkaian yang ada dibagian dalam dapat terlihat. Sehingga dalam proses pengujian dapat dilakukan dengan mudah terpantau.

Alat Tampak Depan

Jika dilihat dari depan, maka tampak LCD dan nama alat. Blok-blok rangkaian di dalam alat seperti *Arduino Uno*, dan *relay module* juga terlihat. LCD akan tampak berbeda antara saat alat mati dan dihidupkan. LCD menyala saat alat dihidupkan dan menampilkan data suhu dan status.



Gambar 6. Tampak Depan

Alat Tampak Belakang

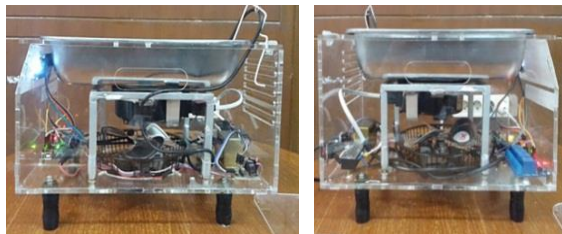
Jika dilihat dari belakang maka akan terlihat beberapa komponen pada alat seperti *power switch*, *fuse* dan kabel *power* serta lubang ventilasi untuk sirkulasi udara panas dari *heater*. Selain itu terlihat juga beberapa blok rangkaian di dalam alat seperti rangkaian *power supply* dengan trafo CT, dan terminal blok untuk kabel AC.



Gambar 7. Tampak Belakang

Tampak Samping

Jika dilihat dari samping kanan maka akan terlihat lubang *handle* kanan untuk mengangkat alat serta kipas dan *heater* pada bagian tengah. Alat *paraffin bath* tampak samping kanan diperlihatkan pada Gambar 7.



Gambar 8. Tampak Samping

Tampak Atas

Jika dilihat dari atas maka akan terlihat *chamber* yang berfungsi untuk menampung paraffin. Alat ini mempunyai tutup yang dapat dipasang saat alat tidak digunakan untuk melindungi paraffin dari masuknya kotoran atau benda apapun. Saat alat ditutup, maka sensor suhu harus digeser ke samping *chamber*.



Gambar 9. Tampak Atas

KESIMPULAN

Dari analisa pembahasan dalam hubungan dengan bab-bab sebelumnya dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Alat yang dirancang dapat direalisasikan dengan memanfaatkan *heater* kering sebagai elemen pemanas *paraffin*, sehingga dapat menghasilkan suhu tinggi dan sedang.
2. Simulasi alat *paraffin bath* yang telah dirancang dapat diimplementasikan untuk melakukan pemanasan *paraffin* tanpa melewati batas suhu yang diperbolehkan yaitu 47,8 °C hingga 54°C.
3. Panas untuk terapi yang dihasilkan dari alat *paraffin bath* ini yaitu antara 51°C hingga 54°C dikarenakan *paraffin* akan cepat membeku ketika digunakan pada suhu dibawah 50 °C.
4. Pemanasan *paraffin* tidak merata dikarenakan ukuran heater yang terlalu kecil

jika dibandingkan dengan ukuran *chamber*. Selain itu, tidak meratanya pemanasan juga dipengaruhi oleh bahan *chamber*. Hal ini akan memperlambat proses pencairan *paraffin*.

5. Bahan *chamber* yang menyimpan panas membuat *paraffin* tidak dingin secara merata, sehingga akan menggumpal pada dasar *chamber* saat proses penurunan suhu.
6. Dalam penggunaan simulasi alat *paraffin bath* tidak dilakukan pengaturan apapun oleh *user*. *User* hanya perlu menunggu alat hingga display menampilkan status "READY" saat *paraffin* telah siap untuk digunakan. Dengan kata lain, pemanasan pada alat *paraffin bath* dilakukan secara otomatis.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Jayadin. 2007. *Elektronika Dasar*. Electronic book.
- Anonim. 2010. *Terapi Lilin (Paraffin Bath)*. www.flexfreeclinic.com/detail-artikel2/terapi-lilin-paraffin-bath-36. Diakses pada 15 Juni 2016 pukul 14.10 WIB.
- Anonim. 2011. *Paraffin Bath*. <http://www.artikel.indonesianrehabequiment.com/2011/03/paraffin-bath.html>. Diakses pada 15 Juni 2016 pukul 14.00 WIB.
- Anonim. 2011. *Parafin Bath*. <http://halamanblogku.blogspot.co.id/2011/12/parafin-bath.html>. Diakses pada 15 Juni 2016 pukul 14.08 WIB.
- Anonim. 2013. *Pengertian IC (Integrated Circuit)*. Artikel. <http://elektronika-dasar.web.id/pengertian-ic-integrated-circuit/> Diakses pada 15 Juni 2016 pukul 14.30 WIB.
- Anonim. Tanpa tahun. *DS18B20 Programmable Resolution 1-Wire® Digital Thermometer*. Data sheet. Dallas.
- Djukarna. 2013. *Transformator*. <https://djukarna.wordpress.com/tag/trafo-ct/> Diakses pada 24 Agustus 2016 pukul 16.25 WIB.
- Hendrawan, Juli. 2015. *Implementasi Alat Water Bath dengan Pembuangan Air Secara Otomatis Menggunakan Sensor Optocoupler*. Skripsi. Universitas Respati Yogyakarta: Yogyakarta.
- Kadir, Abdul. 2015. *Arduino – From Zero To A Pro*. Penerbit Andi : Yogyakarta.
- Kurniawan, Fajar dkk. 2014. *Aplikasi Arduino Untuk Pengatur Suhu Ruang*. <http://belajararduino.blogspot.co.id/2014>

- [/01/aplikasi-arduino-untuk-pengatur-suhu.html](#). Diakses pada 16 Juni 2016 pukul 15.30 WIB.
- Kurniawati, Julaikha. 2006. *Rancang Bangun Water Bath Menggunakan Mikrokontroler AT89C51*. Tugas Akhir. Universitas Jember: Jember.
- Pratiwi, Ratih. 2009. *Penentuan Sumber Panas dengan Metode Tomografi Menggunakan Sensor Termometer Digital DS18B20*. Skripsi. Universitas Indonesia : Depok.