

# **SIMULASI ALAT TERAPI *VETILLIGO***

## **NASKAH PUBLIKASI**

Diajukan Kepada Program Vokasi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta untuk  
Memenuhi Sebagian Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Ahli Madya (A.Md.)  
Program Studi D3 Teknik Elektromedik



Oleh

**ADELIA AGTESA**

**20153010077**

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK ELEKTROMEDIK  
PROGRAM VOKASI  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA  
2018**

## SIMULASI ALAT TERAPI *VETILLIGO*

<sup>1</sup>Adelia Agtesa, <sup>1</sup>Nur Hudha Wijaya, <sup>2</sup>Heri Purwoko  
<sup>1</sup>Program Studi D3 Teknik Elektro Medik Program Vokasi  
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta  
Jalan Brawijaya, Tamantirto, Kasihan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta 55183  
Telp. (0274) 387656, Fax (0274) 387646  
[adelia.agtesa.2015@vokasi.umy.ac.id](mailto:adelia.agtesa.2015@vokasi.umy.ac.id), [nurhudhawijaya@umy.ac.id](mailto:nurhudhawijaya@umy.ac.id)

### INTISARI

*Vetilligo* merupakan suatu kelainan kulit yang disebabkan oleh kekurangan pigmen melanin pada kulit, yang menimbulkan bercak-bercak putih pada bagian kulit tertentu karena pigmen melanin ini tidak mampu memproduksi warna kulit. Sebelumnya salah satu pengobatan *vetilligo* yaitu dengan menggunakan lampu UVB dengan panjang gelombang 311 nm yang belum bisa diatur redup terang lampunya sebagai pengaman saat melakukan terapi, oleh karena itu rancanglah suatu simulasi alat terapi *vetilligo* menggunakan lampu LED dilengkapi dengan pengatur *timer*, pengaman saat melakukan pencahayaan lampu, serta data pasien dapat disimpan pada SD Card agar mempermudah pasien untuk mengontrol perubahan sebelum dan sesudah melakukan terapi. Simulasi alat terapi ini dikontrol menggunakan sistem arduino uno, dan mengatur pengaman pencahayaan menggunakan rangkaian PWM dan sensor ultrasonik. Setelah dilakukan pengujian jarak, *error* tertinggi yaitu pada jarak 5 cm dengan *error* 2,4 %. Secara keseluruhan sistem alat yaitu *timer*, *buzzer*, *hourmeter* dan penyimpanan datanya telah bekerja dengan baik dan nilai *error* masih dalam toleransi yaitu dibawah 5%, dengan demikian diharapkan alat simulasi terapi *vetilligo* ini mampu beroperasi layak nya alat terapi sesungguhnya.

---

**Kata kunci : *Vetilligo*, sensor ultrasonik, *Depigmentasi*, *Atmega328***

### 1. LATAR BELAKANG

Penyakit kulit merupakan kelainan kulit yang diakibatkan oleh adanya jamur, kuman-kuman, parasit, virus, maupun infeksi. Penyakit kulit mampu menyerang keseluruhan atau sebagian tubuh manusia. Contoh dari penyakit kulit ini yaitu kudis, kurap, panu dan sebagainya. Tidak jarang juga penyakit kulit bisa disebabkan oleh faktor genetik atau keturunan, salah satu contohnya yaitu penyakit *vetilligo* [1]. *Vetilligo* merupakan kelainan depigmentasi yang disebabkan tidak adanya melanosit pada epidermis, membran mukosa, mata maupun bulbus rambut. Karakteristiknya berupa bercak putih seperti susu, berbentuk *oval*-bundar dan penyakit ini lebih terlihat pada manusia yang berkulit gelap. Insiden terjadinya *vetilligo* berkisar 1-2 % populasi dunia, dimana 30% penderita mempunyai riwayat keluarga. Pada perkembangan awalnya *vetilligo* berusia 10 tahun sebanyak 25%, berusia 23 tahun sebanyak 50%, dan yang berusia 42 tahun kurang dari 10 %. Pada penyakit *vetilligo* ini penyebab hilangnya *melanosit* pada epidermis yaitu penyakit *herediter* yang diturunkan secara *autosomal* dominan [2].

Dampak dari penyakit *vetilligo* ini selain bercak pada kulit juga mengeluhkan terjadinya luka bakar akibat terkena sinar matahari yang berlebihan pada daerah yang mengalami *depigmentasi*, bahkan juga dapat menyebabkan terkenanya kanker kulit. Lokasi *depigmentasi* yang sering dijumpai adalah pada kulit wajah, leher, kulit kepala, dan pada kulit tangan [3].

Pengobatan *vetilligo* ini secara umum yaitu penggunaan *repigmentasi vetilligo* seperti pemaparan sinar matahari maksimum 15-30 menit. Setelah dilakukan pemaparan daerah

penyakit dicuci dan dioleskan tabir surya. Efek sampingnya yaitu dapat timbul *photoaging*, reaksi *phototoxic* dan penggunaan yang lama dapat menyebabkan luka bakar [4].

Oleh karena itu perlunya dibuat simulasi alat terapi *vitiligo* dengan menggunakan lampu *LED* sebagai pengganti *UV-B narrowband ultraviolet B* (NB UV-B / dengan panjang gelombang maksimal 311 nm) yang lebih mengutamakan jarak aman dan waktu pelaksanaan terapi. Pada alat ini penulis menggunakan jarak aman terjauh 20 cm dan jarak terdekat 2 cm, dan pengaturan waktunya yaitu 0 – 30 menit (tergantung pada luasnya kulit yang terkena *vitiligo*) selain itu alat ini juga terdapat penyimpanan data pasien yaitu data lamanya waktu terapi yang telah dilakukan pasien, yang bertujuan untuk memudahkan pasien saat hendak melakukan terapi selanjutnya, dikarenakan terapi ini dilakukan secara rutin dan dengan dosis yang berbeda-beda setiap kali melakukan penyinaran.

## 2. TEORI DASAR

### 2.1 *Vitiligo*

*Vitiligo* adalah kondisi kulit yang umum terjadi akibat pigmentasi (warna) hilang pada kulit. Warna hilang pada area-area tertentu, seringnya pada punggung tangan, wajah, dan ketiak. Penyakit ini tidak mematikan dan tidak dapat disembuhkan, namun beberapa warna kulit pada wajah dan leher dapat kembali. Kadang-kadang penyakit ini berhubungan dengan penyakit lain, seperti *tiroid*. *Vitiligo* merupakan kelainan *poligenik multifaktorial* dengan *patogenesis* yang kompleks etiologi pasti penyakit ini belum diketahui, tetapi virus mungkin merupakan salah satu etiologi *vitiligo* [5].

### 2.2 NB UV-B (*narrowband ultraviolet B*)

Ultraviolet dibagi menjadi dua *segmen* utama, yaitu UV-B dan UV-A. UV-B mempunyai panjang gelombang antara 290-320 nm. UV-B dapat menyebabkan kemerahan atau *erythema* pada kulit manusia. Sedangkan UV-A, mempunyai panjang gelombang antara 320-400 nm, dan mempunyai kemampuan 1000 kali lebih kecil daripada UV-B untuk menyebabkan kemerahan atau *erythema*. Ultraviolet ternyata tidak hanya memiliki efek negatif, akan tetapi juga memiliki efek positif [9]. Fototerapi, atau terapi menggunakan cahaya, terutama dengan menggunakan gelombang ultraviolet, sedang marak dikembangkan. Salah satu penyakit yang dapat ditatalaksana menggunakan sinar ultraviolet adalah *vitiligo*. Dasar dari pengembangan terapi pada *vitiligo* adalah efek pemaparan UV-B yang dapat memicu perpindahan pigmen kulit atau melanosit menuju permukaan kulit dan juga memicu produksi melanosit tambahan, menyebabkan kulit berwarna kecoklatan. Terapi terbaru yang dikembangkan menggunakan UV-B pada penyakit *vitiligo* adalah *Narrowband Ultraviolet B* (NB-UVB). NB-UVB merupakan terapi dengan menggunakan lampu ultraviolet dengan pemancaran maksimal 311 nm. Saat ini, NB-UVB merupakan terapi pilihan pertama pada penyakit ini karena aman dan efektif pada pasien anak maupun dewasa dengan *generalized vitiligo*[6].

### 2.3 Sensor SRF

Sensor SRF adalah sensor ultrasonik yang diproduksi oleh *Devantech*. Sensor ini merupakan sensor jarak yang presisi. Dapat melakukan pengukuran jarak 3 cm sampai 4 meter dan sangat mudah untuk dihubungkan ke mikrokontroler menggunakan sebuah pin *Input* dan pin *Output* [7].

HC-SR04 adalah Sensor Ultrasonik yang memiliki dua elemen, yaitu elemen pendeteksi gelombang ultrasonik, dan juga sekaligus elemen pembangkit gelombang ultrasonik. Sensor ultrasonik adalah sensor yang dapat mendeteksi gelombang ultrasonik, yaitu gelombang suara yang memiliki frekuensi ultrasonik atau frekuensi di atas kisaran frekuensi pendengaran manusia. HC-SR04 memerlukan sinyal logika '1' pada pin *Trig* dengan durasi waktu 10 mikrodetik (us) untuk mengaktifkan rentetan (*burst*) 8x40KHz gelombang ultrasonik pada elemen pembangkitnya. Selanjutnya pin *Echo* akan

berlogika '1' setelah rentetan 8×40 KHz tadi, dan otomatis akan berlogika '0' saat gelombang pantulan diterima oleh elemen pendeteksi gelombang ultrasonik [8]

## 2.4 AT Mega 328

Pada ATmega328 ini memiliki 14 digital *input / output* pin (dimana 6 pin dapat digunakan sebagai *output PWM*), 6 *input analog*, 16 MHz *osilator* kristal, koneksi USB, *jack* listrik tombol *reset*. Pin-pin ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung *mikrokontroler*, hanya terhubung ke komputer dengan kabel USB atau sumber tegangan bisa didapat dari adaptor AC-DC atau baterai untuk menggunakannya [9].

## 2.5 RTC

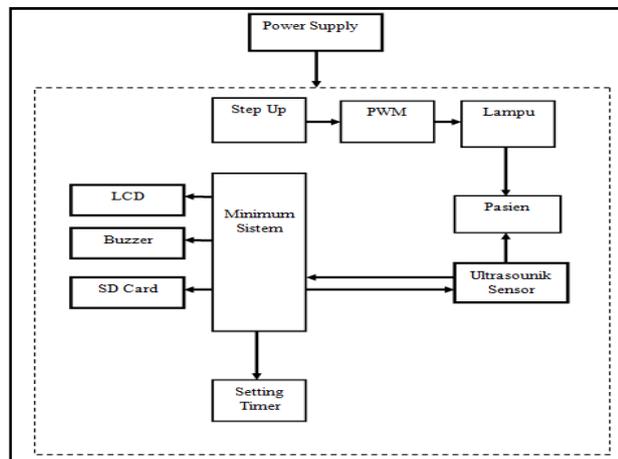
RTC DS3231 adalah *chips* jam elektronik yang dapat menunjukkan waktu dengan sangat akurat dan dapat menyimpan serta mengupdate data waktu secara *real time*. RTC memiliki pasokan baterai sendiri untuk dapat menyimpan data waktu dan tanggal jika arduino atau catu daya lain mati maka waktu dan tanggal dari RTC tetap terupdate [10]

## 3. METODE PENELITIAN

Metode yang dilakukan terdiri dari beberapa tahap, yaitu: perancangan *hardware*, perancangan *software*, pengujian alat, dan pengambilan data.

### 3.1 Perancangan Hardware

Gambar blok diagram alat terapi *vetilligo* berbasis *microcontroller* ATmega32 dapat dilihat pada gambar 3.1



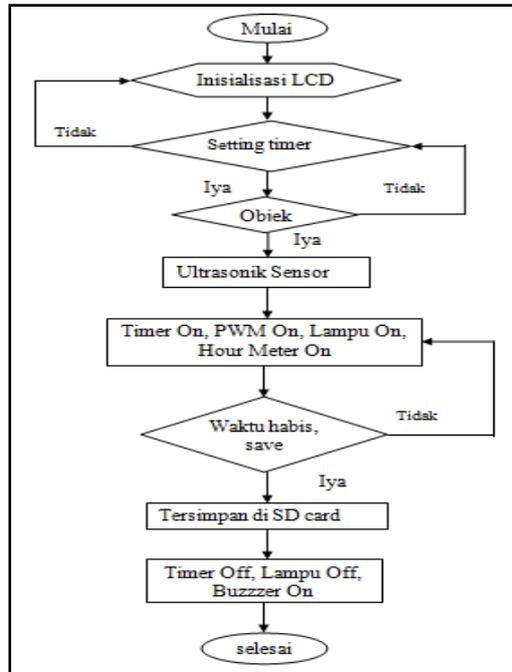
Gambar 3. 1 Blok Diagram Alat

Sitem kerja alat terapi *vetilligo* dapat dilihat dari blok diagram diatas. *Power supply* berfungsi untuk memberikan *supply* keseluruhan rangkaian. Dari rangkaian *power supply* masuk pada modul *step up* dimana berfungsi untuk menaikkan tegangan dari 12 V menjadi 40 V DC yang digunakan untuk menghidupkan lampu LED. Rangkaian PWM berfungsi untuk mengatur redup terangnya lampu terapi yang diatur oleh mikrokontroler. Pada alat ini terdapat pengaturan *timer* yaitu 0-30 menit. Rangkaian minimum sistem akan mengontrol seluruh kerja alat. Pada alat ini terdapat sensor ultrasonik HC-SR04 yang digunakan untuk pengukuran jarak objek yaitu diatur mulai dari jarak 0-20 cm, jika objek berada pada jarak 0-20 cm maka lampu akan hidup, dan ketika melewati jarak aman maka lampu akan otomatis mati. Setelah *setting* waktu habis maka lampu akan mati dan *buzzer* akan berbunyi. Pada alat ini juga terdapat penyimpanan data pasien

menggunakan SD Card berupa penyimpanan berapa lama melakukan terapi dan waktu dilakukannya terapi.

### 3.2 Perancangan Software

Berikut adalah gambar diagram alir alat terapi *vetilligo* dapat dilihat pada gambar 3.2

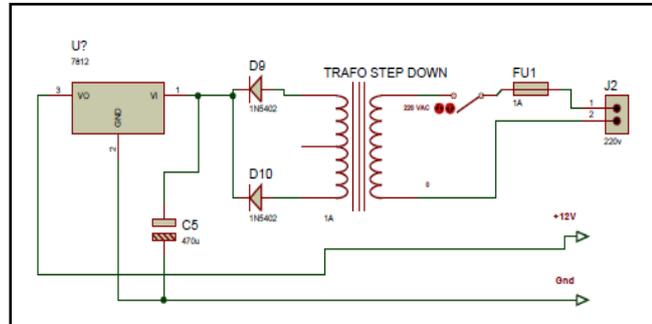


Gambar 3. 2 Diagram Alir Alat

Proses kerja alat dimulai dengan menekan tombol *ON* yang berfungsi sebagai pemulaan melakukan terapi *vetilligo* ini. Selanjutnya Inialisasi LCD menandai bahwa alat siap digunakan dan akan ditampilkan pada LCD. Pengaturan *timer* menandai bahwa untuk melakukan pemilihan waktu dalam melakukan terapi *vetilligo*. Dalam melakukan terapi ini terdapat beberapa pemilihan waktu yaitu 10 menit, 20 menit, 30 menit. Setelah melakukan pemilihan *timer* maka terapi akan dimulai, dan jika *timer* belum *ON* maka proses akan kembali pada pemilihan *timer*, jika *timer ON* maka lampu LED akan hidup jika ada objek didepan lampu. Pda saat *timer ON* maka *hourmeter* juga akan *ON* yang berfungsi untuk mengetahui lama nya penyinaran lampu yaitu secara *counting down*, yaitu nilai *timer* pada LCD akan berkurang satu persatu sampai *timer* habis. Setelah *timer* habis maka lampu LED akan mati dan *buzzer* akan berbunyi menandai proses terapi sudah selesai, jika ingin menyimpan data maka tekan tombol memori dan data akan tersimpan di *SD Card*.

### 3.3 Pembahasan Rangkaian

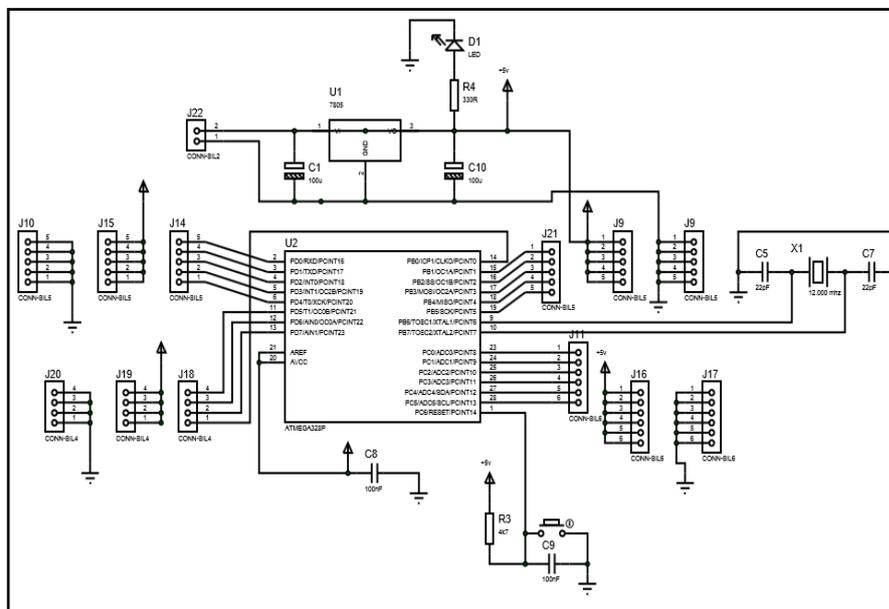
#### 3.3.1 Rangkaian *Power Supply*



Gambar 3. 3 rangkaian *Power Supply*

Dari gambar diatas terlihat bahwa dari sumber arus AC 220 V masuk ke *fuse* yang berfungsi sebagai pengaman yang bisa memutuskan arus listrik pada saat terjadi hubungan singkat arus listrik. Setelah itu masuk ke sakelar yang berfungsi untuk memutus atau menyambungkan aliran listrik atau berupa tombol *ON/OFF*. Selanjutnya masuk pada trafo, dimana pada rangkaian ini menggunakan trafo 1 ampere yang berfungsi untuk menurunkan tegangan dari 220 V menjadi 12 V AC, selanjutnya terhubung pada komponen dioda yang berfungsi sebagai penyearah gelombang penuh yaitu dari arus AC menjadi arus DC yang menggunakan 2 buah dioda 1N5402. Setelah itu masuk pada kapasitor 2200 u yang berfungsi sebagai *filter* sinyal sehingga gelombang DC yang dihasilkan lebih sempurna.

#### 3.3.2 Rangkaian Minimum Sistem

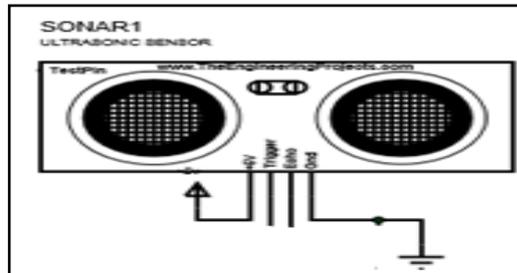


Gambar 3. 4 Rangkaian Minimum Sistem

Pada rangkaian minimum sistem diatas memerlukan tegangan 5V, jadi tegangan dari *power supply* 12 V masuk pada IC regulator 7805 supaya tegangan yang dihasilkan sebesar 5 V. Pada *input* dan *output* Ic regulator terdapat kapasitor 100 u yang berfungsi sebagai *filter* supaya tegangan DC nya sempurna. Selanjutnya tegangan 5 V akan

masuk ke AREFF dan AVCC. Pada rangkaian diatas juga terdapat *crystal* 12.000 MHz sebagai *clock eksternal* tambahan supaya proses pengolahan data maksimal, serta terdapat kapasitor 22 pF yang berfungsi sebagai pengisian dan pengosongan pada rangkaian osilator *crystal*.

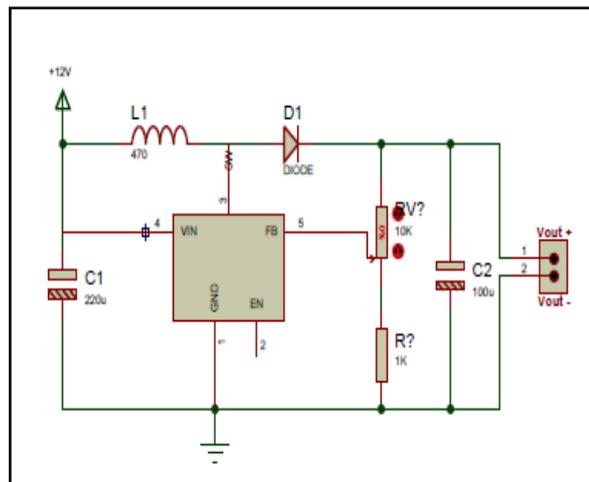
### 3.3.3 Modul Sensor HC-SR04



Gambar 3. 5 Sensor HC-SR 04

Pada gambar diatas terlihat bahwa sensor ultrasonik ini memiliki 4 kaki yaitu, VCC, Ground, *triger*, dan *echo*. Pada kaki *triger* akan tersambung ke *port* PB2 pada minimum sistem dan kaki *echo* akan masuk pada *port* PD2.

### 3.3.4 Rangkaian Step Up



Gambar 3. 6 Rangkaian Step Up

Prinsip kerja dari rangkaian diatas yaitu saat tegangan 12 V masuk pada rangkaian awalnya terhubung pada kapasitor yang berfungsi sebagai *filter* untuk mengurangi riak tegangan *input.*, selanjutnya dari Vcc akan masuk pada induktor dan Vin, dimana induktor berfungsi sebagai tempat penyimpanan energi listrik (tandon energi listrik) . Selanjutnya dari Vcc juga masuk ke Vin pada IC XL6009, dimana IC ini berfungsi sebagai *switch*. Ketika *switch close* maka tegangan mengalir ke induktor dan kembali ke Vin, dimana saat melewati induktor maka arus akan tersimpan. Selanjutnya ketika *switch open* maka tegangan dari Vcc akan melewati induktor dan dioda akan mengalir arus. Arus yang dialiri akan lebih besar dari pada Vcc karna arus yang tersimpan dikonduktor juga ikut dikeluarkan. Sedangkan *multiturn* berfungsi untuk mengatur tegangan keluaran supaya menghasilkan 40 V sesuai dengan kebutuhan lampu LED. Selanjutnya terdapat kapasitor yang digunakan sebagai *filter* untuk mengurangi riak tegangan *output.*

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Pengukuran *Timer* Pada Alat

*Timer* berfungsi untuk mengatur seberapa lama lampu terapi hidup jika ada objek dan akan berhenti jika tidak ada objek didepan lampu. Simulasi alat terapi *vetilligo* yang peneliti buat memiliki pilihan waktu yaitu 0-30 menit. Pengujian *timer* dilakukan sebanyak 20 kali yaitu pada waktu 5 menit, 10 menit, 15 menit, 20 menit, 25 menit, dan 30 menit yaitu menggunakan pembanding *stopwatch*. Berikut adalah hasil pengujian *timer*.

##### 4.1.1 Pengujian *Timer* Pada Waktu 5 Menit

Tabel 4. 1 Pengujian *Timer* Pada 5 Menit

Data	Modul Ta	<i>Stopwatch</i>
1	4,59	5
2	4,59	5
3	5	5
4	5	5
5	5	5
Rata-Rata	4.83	5
Simpangan		0,16
<i>Error</i>		3.3 %

Berdasarkan pengujian *timer* dengan alat pembanding *stopwatch* didapatkan hasil pengukuran *timer* 5 menit selama 5 kali percobaan, rata-rata yang didapatkan yaitu 4,83 detik. Sehingga terdapat penyimpangan 0.17 detik, dan *error* sebesar

##### 4.1.2 Pengujian *Timer* Pada Waktu 10 menit

Tabel 4. 2 Pengujian *Timer* 10 menit

Data	Modul Ta	<i>Stopwatch</i>
1	9,58	10
2	9,58	10
3	9,59	10
4	10	10
5	10	10
Rata-Rata	9,75	10
Simpangan		0,25
<i>Error</i>		2,5 %

Berdasarkan pengujian *timer* dengan alat pembanding *stopwatch* didapatkan hasil pengukuran *timer* 10 menit selama 5 kali percobaan, rata-rata yang didapatkan yaitu 9,75 detik. Sehingga terdapat penyimpangan 0.25 detik, dan *error* sebesar 2,5%.

##### 4.1.3 Pengujian *Timer* Pada waktu 15 menit

Tabel 4. 3 Pengujian *Timer* 15 Menit

Data	Modul TA	<i>Stopwatch</i>
1	14.59	15
2	14.58	15
3	14.58	15
4	14.59	15
5	14.59	15
Rata-Rata	14.58	15
Simpangan		0,41
<i>Error</i>		2,7%

Berdasarkan pengujian *timer* dengan alat pembanding *stopwatch* didapatkan hasil pengukuran *timer* 15 menit selama 5 kali percobaan, rata-rata yang didapatkan yaitu 14.58 detik. Sehingga terdapat penyimpangan 0.41 detik, dan *error* sebesar 2,7%, dari hasil tersebut masih berada dalam tahap toleransi yaitu 5%.

#### 4.1.4 Pengujian *Timer* Pada waktu 20 menit

Tabel 4. 4 Pengujian *Timer* Pada Waktu 20 Menit

Data	Modul Ta	<i>Stopwatch</i>
1	19,57	20
2	19,58	20
3	19,58	20
4	19,59	20
5	19,59	20
Rata-Rata	19,58	20
Simpangan		0,41
<i>Error</i>		2,0 %

Berdasarkan pengujian *timer* dengan alat pembanding *stopwatch* didapatkan hasil pengukuran *timer* 20 menit selama 5 kali percobaan, rata-rata yang didapatkan yaitu 19,59 detik. Sehingga terdapat penyimpangan 0.41 detik, dan *error* sebesar 2,0%, dari hasil tersebut masih berada dalam tahap toleransi yaitu 5%.

#### 4.1.5 Pengujian *Timer* Pada waktu 25 menit

Tabel 4. 5 Pengujian *Timer* 25 Menit

Data	Modul Ta	<i>Stopwatch</i>
1	24,56	25
2	24,57	25
3	24,57	25
4	24,58	25
5	24,58	25
Rata-Rata	24,57	25
Simpangan		0,42
<i>Error</i>		1,7 %

Berdasarkan pengujian *timer* dengan alat pembanding *stopwatch* didapatkan hasil pengukuran *timer* 25 menit selama 5 kali percobaan, rata-rata yang didapatkan yaitu 24,57 detik. Sehingga terdapat penyimpangan 0.42 detik, dan *error* sebesar 1,7 %, dari hasil tersebut masih berada dalam tahap toleransi yaitu 5%.

#### 4.1.6 Pengujian *Timer* Pada waktu 30 menit

Tabel 4. 6 Pengujian *Timer* 30 Menit

Data	Modul Ta	<i>Stopwatch</i>
1	29,55	30
2	29,56	30
3	29,55	30
4	29,54	30
5	29,54	30
Rata-Rata	29,55	30
Simpangan		0,4
<i>Error</i>		1,5 %

Berdasarkan pengujian *timer* dengan alat pembanding *stopwatch* didapatkan hasil pengukuran *timer* 25 menit selama 5 kali percobaan, rata-rata yang didapatkan yaitu 24,57 detik. Sehingga terdapat penyimpangan 0.42 detik, dan *error* sebesar 1,7 %, dari hasil tersebut masih berada dalam tahap toleransi yaitu 5%.

## 4.2 Pengukuran jarak Pada Alat

Sensor jarak berfungsi untuk mengatur jarak lampu dengan objek yang akan diterapi, agar pada saat proses terapi menjadi lebih efektif dan lebih aman. *Setting* jarak yang dipakai yaitu 0-20 cm. Tetapi penulis akan melakukan pengujian pada jarak 5, 10, 15 cm dan 20 cm saja. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali dengan perbandingan penggaris, selain itu dilakukan juga pengukuran *lux* lampu pada jarak 5 cm ini agar mengetahui redup atau terangnya lampu. Berikut ini hasil pengujian yang sudah dilakukan.

### 4.2.1 Pengukuran Jarak 5 Cm

Tabel 4. 7 Pengukuran jarak 5 cm

Data	Penggaris	Modul TA	Lux Lampu	Keterangan
X1	4,8 cm	5 cm	1400 Lux	Lampu Redup
X2	4,9 cm	5 cm	1400 Lux	Lampu Redup
X3	4,8 cm	5 cm	1400 Lux	Lampu Redup
X4	4,9 cm	5 cm	1400 Lux	Lampu Redup
X5	5 cm	5cm	1400 Lux	Lampu Redup
Rata-Rata	4,88 cm	5 cm		
Simpangan			0,12	
Error %			2,4 %	

Berdasarkan data diatas dapat dilihat bahwa pada jarak 5 cm dengan perbandingan penggaris sebanyak 5 kali percobaan didapatkan hasil rata-rata yaitu 4,88 sedangkan simpangan 0,12 maka didapatkan *error* 2,4 %. *Lux* lampu pada jarak 5 cm adalah 350 *lux* yang artinya pada jarak 5 cm ini lampu dalam keadaan redup karena *lux* yang dihasilkan hanya 1400 *lux*.

### 4.2.2 Pengukuran Jarak 10 Cm

Tabel 4. 8 Pengukuran Jarak 10 cm

Data	Penggaris	Modul TA	Lux Lampu	keterangan
1	9,8 cm	10 cm	2800 Lux	Lampu Redup
2	9,9 cm	10 cm	2800 Lux	Lampu Redup
3	9,8 cm	10 cm	2800 Lux	Lampu Redup
4	10 cm	10 cm	2800 Lux	Lampu Redup
5	10 cm	10 cm	2800 Lux	Lampu Redup
Rata-rata	9,9	10 cm		
Simpangan			0,1	
<i>error</i>			1,0 %	

Berdasarkan data diatas dapat dilihat bahwa pada jarak 10 cm dengan perbandingan penggaris sebanyak 5 kali percobaan didapatkan hasil rata-rata yaitu 9,9 sedangkan simpangan 0,1 maka didapatkan *error* 1,0 %. *Lux* lampu pada jarak 10 cm adalah 2000 *lux*, yang artinya pada jarak 10 cm ini lampu dalam keadaan redup karena *lux* yang dihasilkan hanya 2800 *lux*.

### 4.2.3 Pengukuran Jarak 15 Cm

Tabel 4. 9 Pengukuran Jarak 15 cm

Data	Penggaris	Modul TA	Lux Lampu	keterangan
1	14,8 cm	15 cm	4000 Lux	Lampu terang
2	14,9 cm	15 cm	4000 Lux	Lampu terang
3	15 cm	15 cm	4000 Lux	Lampu terang
4	14,9 cm	15 cm	4000 Lux	Lampu terang
5	15 cm	15 cm	4000 Lux	Lampu terang
Rata-rata	14,92	15 cm		
Simpangan			0,08	
<i>Error</i>			0,5 %	

Berdasarkan data diatas dapat dilihat bahwa pada jarak 15 cm dengan perbandingan penggaris sebanyak 5 kali percobaan didapatkan hasil rata-rata yaitu 14,92 sedangkan simpangan 0,08 maka didapatkan *error* 0,5 %. *Lux* lampu pada jarak 15 cm adalah 3700 *lux*, yang artinya pada jarak 15 cm ini lampu dalam keadaan terang karena *lux* yang dihasilkan 4000 *lux*.

#### 4.2.4 Pengukuran Jarak 20 Cm

Tabel 4. 10 Pengukuran Jarak 20 cm

Data	Penggaris	Modul TA	<i>Lux</i> Lampu	keterangan
1	19,9 cm	20 cm	5000 <i>Lux</i>	Lampu terang
2	19,9 cm	20 cm	5000 <i>Lux</i>	Lampu terang
3	19,8 cm	20 cm	5000 <i>Lux</i>	Lampu terang
4	19,9 cm	20 cm	5000 <i>Lux</i>	Lampu terang
5	20 cm	20 cm	5000 <i>Lux</i>	Lampu terang
Rata-rata	19,9	20 cm		
Simpangan			0,1	
<i>Error</i>			0,5 %	

Berdasarkan data diatas dapat dilihat bahwa pada jarak 20 cm dengan perbandingan penggaris sebanyak 5 kali percobaan didapatkan hasil rata-rata yaitu 19,9 sedangkan simpangan 0,1 maka didapatkan *error* 0,5 %. *Lux* lampu pada jarak 20 cm adalah 4700 *lux*, yang artinya pada jarak 20 cm ini lampu dalam keadaan terang karena *lux* yang dihasilkan 5000 *lux*.

## 5. KESIMPULAN

Dari hasil kerja minimum sistem AT Mega8, *hourmeter*, sensor jarak bekerja sesuai dengan yang penulis inginkan.

Dari hasil pengujian dan pembahasan simulasi alat terapi *vitiligo* pada bab IV dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Hasil pengukuran waktu 5 menit memiliki *error* 3,3 %, *timer* 10 menit memiliki *error* 2,5 %, *timer* 15 menit memiliki *error* 2,7 %, *timer* 20 menit memiliki *error* 2,0 %, *timer* 25 menit memiliki *error* 1,7 %, dan *timer* 30 menit memiliki *error* 1,5 %. Berdasarkan hasil *error* tersebut dapat disimpulkan bahwa alat dalam keadaan layak pakai karna masih dalam batas toleransi.
2. Hasil pengukuran jarak 5 cm sebanyak 5 kali terdapat *error* 2,4 % , pada jarak 10 cm memiliki *error* 1.0 %, pada jarak 15 cm memiliki *error* 0,5 %, dan jarak 20 cm sebanyak 5 kali terdapat *error* 0,5 %. Hasil pengukuran masih dalam tahap toleransi yaitu dibawah 5 %.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Raghavendra L Girijala<sup>1</sup> BS, Ryan R Riahi<sup>2</sup> MD, Philip R Cohen<sup>3</sup> MD Platelet-rich plasma for androgenic alopecia treatment: A comprehensive review *Volume 24 Number 7| July 2018|*
- [2] R. Lukas and H. T. Sibero, "Vitiligo," *Juke Unila*, vol. 5, no. 9, pp. 94–103, 2015.
- [3] Dhvani M. Lakhani, Ashwini S. Deshpande. Various Treatments for Vitiligo: Problems Associated and Solutions. *J App Pharm Sci*, 2014; 4 (11): 101-105.
- [4] Diana Nurhayati Uji Banding Efektivitas Kalsipotriol Topikal, *Suction Blister Grafting dan Kombinasi Keduanyapada Terapi Repigmentasi Lesi Vitiligo Stabil* Volume 46, 114 Nomor 2, Tahun 2012
- [5] S. Huriyah and A. Budiyanto, "Targeted Phototherapy For Skin Diseases," vol. 44, no. 1, pp. 117–124, 2012.
- [6] R. Estri, S. Hananti, A. Murwaningsih, and A. Budiyanto, "Terapi kombinasi

- fototerapi narrow band ultraviolet B ( NBUVB ), takrolimus 0 , 1 % ointment dan alfa tokoferol pada vitiligo segmental,” *Berk. Ilmu Kesehat. Kulit Kelamin*, vol. 23, no. 3, pp. 248–252, 2011.
- [7] *Pengaruh Penyinaran Sinar UV – Arinda, dkk i Vol. 3 No 4 p.1337-1344, September 2015*
- [8] M. Hariansyah<sup>1</sup>, Setiawan R.P.A<sup>2</sup>, Desrial<sup>3</sup>. Made D.S<sup>4</sup> .Asep Sapei<sup>5</sup> The Application of Ultrasonic Sensor and Ate mega 328 Arduino to Measure the Ploughing Depth Elevation of Drainage Channel, Volume 3 Issue 8, August 2014
- [9] E. Naone, “Arduino Uno,” Vol. 114, No. 2, Pp. 78–79, 2011.
- [10] Hendra S. Weku, Rancang Bangun Alat Pemberi Pakan Ikan Otomatis Berbasis Mikrokontroler vol. 5 no. 7 (2015), ISSN: 2301-8402 54
- [11] UsmanUmar , "Alat Terapi Vetilligo" Teknik Elektromedik Makasar vol.2, no 2, oktober 2017
- [12] Zuly Budiarto dan Agung Prihandono, Implementasi Sensor Ultrasonik Untuk Mengukur Panjang Gelombang Suara Berbasis Mikrokontroler *Volume 20, No.2, Juli 2015 : 171-177*