

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Fisioterapi memegang peranan penting dalam rehabilitasi karena merupakan salah satu bentuk pelayanan kesehatan bagi individu dan kelompok yang bertujuan untuk mengembangkan, memelihara dan memulihkan gerak dan fungsi organ tubuh manusia [1]. Terapi *infrared* merupakan contoh dari aktivitas terapi dalam bidang pengobatan dan pemulihan fisik yang memanfaatkan gelombang elektromagnetik infra merah menggunakan panjang gelombang dalam rentang 770 nm-1mm yang berada dalam spektrum gelombang mikro tampak dengan gaya penetrasi 0,8-1 mm yang tujuannya untuk memanaskan pada bagian sistem musculoskeletal pasien [2].

Berdasarkan pengamatan dilapangan, alat terapi *infrared* saat ini penggunaannya masih secara manual sehingga *user* harus mengontrol nyalanya lampu *infrared* sendiri. Hal ini meningkatkan risiko kelalaian dalam lamanya proses waktu terapi yang pada akhirnya mengakibatkan efektivitas pengobatan yang diterima berkurang[3]. Oleh karena itu lamanya proses terapi *infrared* harus sesuai anjuran dokter atau fisioterapis, dimana setiap pasien terapi memiliki daya tahan fisik yang berbeda terhadap efek termal yang ditimbulkan oleh penggunaan terapi *infrared*, supaya tidak menimbulkan efek samping yang serius bagi pasien terapi.

Sebelumnya pernah dibuat penelitian dengan judul “Terapi Infra Merah Dengan Sensor Suhu” [4], penelitian ini bertujuan sebagai pemanas dengan sumber cahaya infra merah yang dikendalikan sensor suhu, sehingga dapat diketahui nilai suhu yang tertampil ketika proses terapi berlangsung. Alat ini menggunakan 2

sensor suhu untuk menambah besaran panas, 2 lampu infra merah osram sebagai sumber cahaya, 2 timer sebagai pengatur waktu, 2 dimmer sebagai pengatur intensitas cahayainfra merah. Hasil pengujian yang didapatkan menunjukkan besarnya *error* pada pengujian *timer* sebanyak 0,94% dan pengujian thermostat sebanyak 0,52%. Kekurangan pada alat ini masih menggunakan komponen *timer delay relay* dimana pada penggunaan komponen ini pengaturan waktu nya masih secara analog, sehingga dapat menimbulkan kesalahan ketika fisioterapis menentukan waktu proses terapi.

Kemudian penelitian yang berjudul “NRF24L01 Sebagai Pemancar/Penerima Untuk *Wireless Sensor Network*” [5]. Penelitian ini bertujuan untuk melihat penggunaan modul *transceiver* NRF24L01 apakah dengan adanya jarak tempuh bisa mengirim data. Hasil pengujian penelitian ini ialah pada saat jarak pemancar dan penerimanya lebih dari 10 m, maka hasil yang dikeluarkan tidak maksimal.

Hal ini yang mendorong penulis untuk merancang sebuah alat kontrol dan *monitoring* (pemantauan) waktu terapi *infrared*, dimana alat tersebut terdiri dari 2 lampu *infrared* yang akan *disetting* lama waktu penyinaran dari 5 menit sampai dengan 20 menit dan di pantau lama proses aktivitas terapi secara jarak jauh dengan menggunakan *transceiver* Ebyte E01-2G4M27D, kemudian akan ditampilkan pada LCD. Penggunaan *transceiver* Ebyte E01-2G4M27D antara pengirim dan penerima bisa dengan jarak maksimal 3850 m dibandingkan dengan tipe modul *transceiver* NRF24L01 dengan jarak transmisi ruang terbuka 250 m, selain itu penggunaan modul ini memanfaatkan gelombang radio tanpa harus terkoneksi internet saat pengiriman data-data nya. Alat ini dilengkapi dengan tombol *emergency* untuk

*safety* pasien supaya jika pasien merasakan panas berlebihan sebelum *timer* habis, proses terapi lampu *infrared* berhenti dan lampu akan mati serta indikator *buzzer* berbunyi. Diharapkan dari penelitian tugas akhir ini bisa membantu fisioterapis dalam pemantauan lama proses terapi lampu infrared kepada pasien terapi secara jarak jauh tanpa harus mengecek satu per satu dari pasien ke pasien lain.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Penggunaan terapi *infrared* harus sesuai dengan anjuran dokter atau terapis dimana masing-masing orang memiliki ketahanan berbeda terhadap efek panas yang ditimbulkan dari penggunaan lampu *infrared* tersebut. Pada tugas akhir ini akan ditambahkan pengontrol *timer* agar penggunaan terapi tidak melebihi anjuran dari terapis dan supaya alat bisa mati secara otomatis untuk memudahkan kerja fisioterapis. Alat terapi yang dirancang juga bisa memonitor aktivitas waktu proses terapi lampu *infrared* secara jarak jauh dengan menggunakan modul *transceiver* Ebyte E01-2G4M27D supaya fisioterapis bisa memantau proses kerja 2 lampu *infrared* secara bersamaan.

## **1.3 Batasan Masalah**

Pada penelitian ini penulis memberikan batasan-batasan masalah, antara lain sebagai berikut:

1. Unit lampu *infrared* berjumlah 2 unit.
2. Pengaturan waktu 5 sampai dengan 20 menit.

#### **1.4 Tujuan**

Merancang sistem *monitoring* terapi *infrared* dengan *transceiver* Ebyte E01-2G4M27D sebagai pengirim dan penerima data, dan ditampilkan lama proses terapi *infrared* pada LCD karakter.

#### **1.5 Manfaat**

Manfaat yang diharapkan penulis dengan adanya perancangan alat *monitoring* terapi *infrared* antara lain:

1. Dapat mempermudah kerja fisioterapis dalam *memonitoring* lama poses terapi *infrared* secara jarak jauh, tidak harus menunggu didekat pasien
2. Dengan adanya control nyala atau mati alat terapi *infrared* secara otomatis dapat diperoleh waktu penyinaran *infrared* secara efisien.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Penelitian Terdahulu

Sebelumnya pernah dibuat alat terapi infra merah dengan sensor suhu oleh [4] pada tahun 2017, alat ini digunakan sebagai pemanas dengan sumber cahaya infra merah yang dikendalikan dengan sensor suhu. Ketika saklar ditekan ON, arus mengalir melewati dimer, *timer* dan sensor suhu dalam kondisi *close*, kemudian lampu akan menyala. Saat waktu habis, *timer* open sehingga lampu mati. Jika saat dilakukan penyinaran, suhu yang terbaca sensor suhu lebih dari batas *setting*, maka sensor suhu open dan lampu akan mati. Hasil pengujian yang didapatkan menunjukkan besarnya *error* pada pengujian *timer* sebanyak 0,94% dan pengujian thermostat sebanyak 0,52%. Kelebihan pada alat ini dilengkapi dengan thermostat yang bisa untuk mengetahui suhu yang dihasilkan oleh lampu *infrared* supaya tidak terlalu panas untuk pasien. Kekurangan pada alat ini masih menggunakan komponen *timer delay relay* dimana pada penggunaan komponen ini pengaturan waktunya masih secara analog, sehingga dapat menimbulkan kesalahan ketika fisioterapis menentukan waktu proses terapi.

Kemudian pernah dilakukan penelitian dengan judul “Penggunaan *Timer* Dan Sensor Jarak Pada Alat Terapi Sinar *Infrared*” oleh [6] pada tahun 2018. Penulis membuat alat terapi *infrared* dengan menggunakan Sensor jarak dan pengaturan waktu untuk mengurangi tingkat kelalaian saat menggunakan lampu terapi *infrared* yang menyebabkan permukaan epidermis pasien terapis melepuh. Cara kerja penelitian ini yaitu dengan mengkoneksikan antara arduino dengan *smartphone*

yang dihubungkan melalui *bluetooth device* dengan sinkronisasi antara program arduino dengan program *android studio*. Setiap *bluetooth device* memiliki alamat ID yang diperlukan untuk diproses melalui program android studio. Penggunaan alat memerlukan waktu penyinaran selama 30 menit. Pada rentang waktu 10 menit, 15 menit, 20 menit, 25 menit, dan 30 menit dilakukan pemantauan suhu tubuh dengan alat thermometer digital dengan akurasi 0,1. Hasil yang diperoleh rata-rata lama waktu penyinaran pada siang hari sebesar 32,38°C dan rata-rata lama waktu penyinaran pada malam hari sebesar 32,42°C pada alat sebelum dan sesudah modifikasi. Penggunaan jarak pada penelitian ini adalah sebesar 40-80cm, karena penggunaan pada jarak 30 – 35 cm mengakibatkan panas pada permukaan kulit dan muncul kemerah-merahan. Pengambilan data pada alat penelitian ini dari jarak 40cm, 50cm, 60cm, 70cm dan 80 cm. Kelebihan pada alat ini terletak pada cara *monitoring* terapi yang sudah menggunakan *smartphone* dan bisa dibawa kemana-mana oleh *user*. Kekurangan pada alat ini ialah penggunaan sensor jarak yang sudah ditetapkan jaraknya oleh penulis, sehingga bagi pasien yang memiliki kulit sensitif akan kesulitan dan tidak bisa menggunakan alat ini. Selain itu pada alat ini juga tidak ada tombol *emergency* untuk pasien.

Penelitian lainnya dilakukan oleh [5] dengan judul “NRF24L01 sebagai Pemancar/Penerima Untuk *Wireless Sensor Network*”. Penelitian ini bertujuan untuk melihat kemampuan modul *transceiver* NRF24L01 dalam mengirimkan data audio pada transmitter dan receiver dengan konsumsi daya rendah. Data audio dapat terkirim dari perangkat penerima (Arduino dan NRF 24L01) dan diterima oleh perangkat penerima, yang kemudian akan dikonversi ke loudspeaker. Pengujian

menunjukkan bahwa data audio dengan kualitas yang bagus bisa terdengar sampai jarak 10 m. Kelebihan pada penelitian ini menggunakan sensor NRF24L01 yang mana hanya memerlukan konsumsi daya yang kecil sehingga bisa awet digunakan. Kekurangan pada penelitian ini ialah jika jarak pemancar dan penerimanya lebih dari 10m maka hasil yang dikeluarkan tidak maksimal.

Penelitian selanjutnya yaitu dengan judul “Optimalisasi Energi Gelombang Elektromagnetik Melalui Terapi *Infrared* Pada Penderita Penyakit Paru Obstruktif Kronik”, penelitian ini digunakan untuk menganalisis pengaruh pemanfaatan gelombang elektromagnetik melalui terapi *infrared* pada penderita PPOK. Terapi dilakukan pada penderita penyakit paru obstruktif kronik, setelah 16 kali pengobatan dalam 8 hari, derajat sesak napas menurun, otot pernafasan mengendur, derajat aktivitas toraks meningkat, dan aktivitas fungsional meningkat. Hasil pengukuran sangkar thorak pada hari ke delapan mengalami pembesaran sebesar 1 cm maka terjadi selisih antara ekspirasi dan inspirasi sebesar 2 cm. Kelebihan pada penelitian dipantau langsung oleh fisioterapis sehingga bisa mengetahui perkembangan dan hasil yang didapat. Kekurangan pada alat ini, hasil penelitian dilakukan secara visual berdasarkan studi kasus dirumah sakit dan tidak ada alat yang digunakan untuk pembanding penelitian ini [7].

Penelitian lainnya dengan judul “Penggunaan Alat Terapi Stimulator Integrasi Dengan *Infrared* Berbasis Simulasi” yang dilakukan pada tahun 2017. Hasil dari penelitian ini ialah frekuensi input yang di *setting* di tampilkan dan dibandingkan di osiloskop. *Output* pada osiloskop tersebut kemudian dihitung dan dibandingkan dengan frekuensi input, maka nilai yang didapatkan pada saat diberi

input 10 Hz menghasilkan nilai *Output* sebesar 30,76 Hz, input 30 Hz menghasilkan nilai *Output* sebesar 36,76 dan nilai input 70 Hz menghasilkan nilai *Output* sebesar 35,71. Kelebihan pada alat ini, lama waktu aktif lampu *infrared* dapat diatur pada waktu yang berbeda menggunakan *keyboard* sebagai input data. Kelemahan dari penelitian ini adalah sistem yang dirancang masih dalam bentuk skala simulasi, bukan dalam bentuk nyata dan penggunaan *software* proteus yang trial, yang mana menyebabkan hasil pembacaan tidak stabil[2].

Berdasarkan permasalahan pada penelitian sebelumnya, maka pada penelitian ini penulis merancang alat terapi infrared yang dilengkapi dengan sistem monitoring lama waktu terapi secara jarak jauh dengan modul *transceiver* Ebyte E01-2G4M27D, data timer proses terapi akan tertampil di LCD untuk memudahkan fisioterapis memonitor lama proses terapi. Lampu terapi berjumlah 2-unit, pada lampu juga terdapat tombol *emergency* sebagai *safety* pasien ketika merasakan panas yang berlebih.

## **2.2 Landasan Teori**

### **2.2.1 Infra Merah**

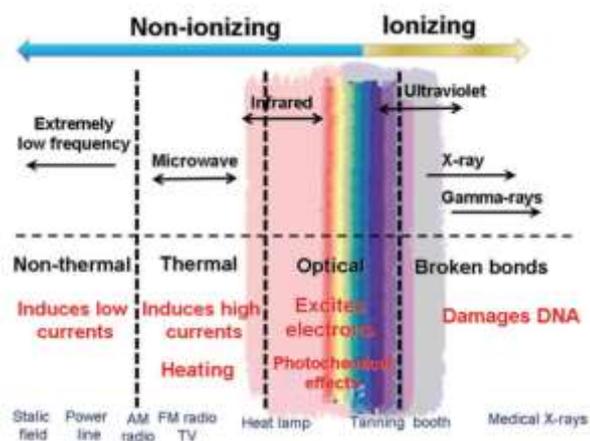
#### **1. Pengertian Infra Merah**

Inframerah merupakan gelombang elektromagnetik yang memiliki panjang gelombang sebesar 700 nm hingga 1 mm, nilai frekuensi antara 400Thz– 3 Thz dan nilai energi foton antara 12,4 meV- 1,7 eV. Berdasarkan standar ISO 20473 penggunaan inframerah terdiri dari 3 bagian yaitu nilai Near IR (NIR) panjang gelombang sebesar 0.78 – 3  $\mu\text{m}$ , nilai Mid IR (MIR) panjang gelombang sebesar 3.0 – 50  $\mu\text{m}$  dan nilai Far IR (FIR) panjang

gelombang sebesar 50 – 1000  $\mu\text{m}$ . Cahaya infra merah tidak bisa terlihat dari mata hanya sanggup dirasakan tubuh terhadap panas yang ditimbulkan. Pada saat diamati menggunakan alat spektroskop cahaya infra merah akan timbul pada spektrum elektromagnetik, dan panjang gelombangnya lebih tinggi dibandingkan dengan cahaya merah [8][9]. Gambar lampu inframerah dan spektrum gelombang elektromagnetik bisa dilihat pada Gambar 2.1 dan Gambar 2.2.



Gambar 2. 1 Lampu Inframerah



Gambar 2. 2 Spektrum Elektromagnetik[9]

## **2. Sifat-sifat Cahaya Infra Merah**

Pada cahaya inframerah memiliki beberapa sifat-sifat, antara lain sebagai berikut:

- 1) Tidak Tampak Oleh Mata Manusia
- 2) Tidak Dapat Menembus Benda Padat
- 3) Dapat Dihasilkan Panas Dari Konduktor [8].

## **3. Dosis Terapi Inframerah**

Pada terapi inframerah mempunyai dosis penggunaan lampu sebagai berikut:

- 1) Jarak lampu non luminous sekitar 45- 60 cm, dalam waktu sekitar 10-30 menit diberi penyinaran tegak lurus di daerah indikasi yang harus diobati.
- 2) Jarak lampu luminous sekitar 35- 45 cm, dalam waktu sekitar 10-30 menit disesuaikan dengan kondisi penyakit diberi penyinaran tegak lurus[10].

## **4. Indikasi Penggunaan Terapi Inframerah**

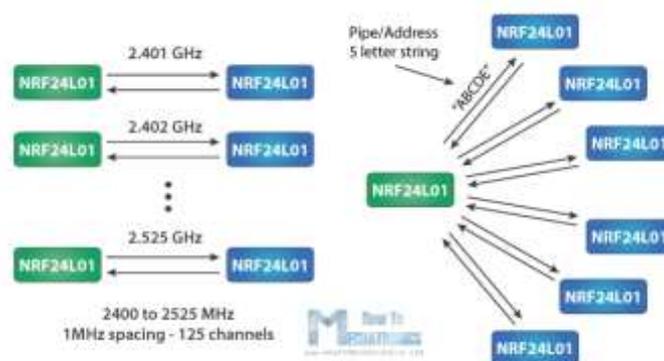
Penggunaan terapi inframerah dalam melakukan rehabilitasi penyakit seseorang sebagai berikut:

- 1) Mengurangi rasa sakit yang disebabkan adanya pembengkakan
- 2) Stimulasi jaringan yang rusak
- 3) Minimum rasa sakit bagian persyarafan
- 4) Meningkatkan kualitas persendian darah dalam tubuh.
- 5) Terapi bagian Otot, Sendi Tulang, Dislokasi dan *Rheumatic*;

- 6) Memperbaiki metabolisme dan *antiseptic* bagian daerah terkena infeksi[3].

### 2.2.2 NRF24L01

Modul *Wireless* NRF24L01 adalah modul yang memiliki fungsi sebagai media komunikasi jarak jauh atau nirkabel yang memanfaatkan dari gelombang RF 2.4 GHz- 2.5 GHz sering digunakan pada bidang sains, industri dan kesehatan. Modul NRF24L01 untuk media berkomunikasi dengan mikrokontroler memerlukan *Serial Peripheral Interface* (SPI). Sumber tegangan yang diperlukan untuk modul ini sebesar antara 3,3 Vdc- 5 Vdc[5]. Gambar sistem Modul *Wireless* NRF24L01 bisa dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Sistem Modul NRF24L01[11]

### 2.2.3 Ebyte E01-2G4M27D

#### 1. Gambaran Umum Ebyte E01-2G4M27D

E01 series 2.4 Ghz modul *transceiver* nirkabel berbasis nRF24L01P dengan fitur antarmuka SPI ukuran kecil dan berbagai penggunaan aplikasi. Modul seri E01 tertanam dengan komponen elektronik impor, seperti kristal industri dengan presisi tinggi dan TCXO. Dengan PA dan LNA *built-in*, modul 20 dBm memiliki kinerja yang lebih baik untuk komunikasi dan jangkauan. Operasi Modul 0 dBm

dengan komponen impor memiliki performa RF yang sangat baik, terutama populer di kalangan pengguna yang membutuhkan konsumsi daya rendah[12].

Modul Ebyte E01-2G4M27D bisa dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2. 4 Modul Ebyte E01-2G4M27D[12]

## 2. Parameter Ebyte E01-2G4M27D

### 1) Parameter Teknis

Parameter teknis Ebyte E01-2G4M27D bisa dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2. 1 Parameter Teknis

No	Parameter	Spesifikasi
1	IC inti	nRF24L01P
2	Ukuran	18*33,4 mm
3	Berat bersih	5.1 ±0.1g
4	Suhu pengoperasian	-40 ~ 85 ° C
5	Kelembaban pengoperasian	10% ~ 90%
6.	Suhu penyimpanan	- 40 ~ 125 ° C

## 2) Parameter Listrik

Pada Ebyte E01-2G4M27D memiliki parameter listrik dan parameter RF bisa dilihat pada Tabel 2.2 dan Tabel 2.3.

Tabel 2. 2 Parameter Listrik Ebyte E01-2G4M27D.

No	Model	Parameter	Min	Type	Maks	Satuan
1	E01-2G4M27D@3.3V / E01-2G4M27D@5.0V	Mengirim Arus	480/ 380	490/ 390	500/ 400	mA
2		Menerima Arus	22/ 21	23/ 22	24/ 23	mA
3	E01-2G4M27D	Matikan Arus	450	455	460	$\mu$ A
4		Sumber Tegangan	2.5	3.3	5.5	VDC
5		Tingkat Komunikasi	2.0	3.3	3.3	VDC

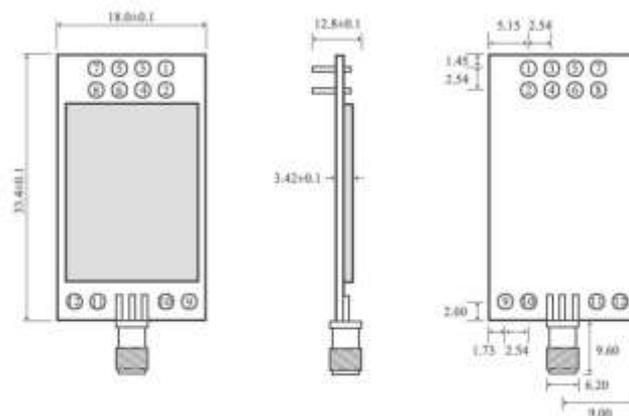
Tabel 2. 3 Parameter RF Ebyte E01-2G4M27D.

No	Model	Parameter	Min	Type	Max	Satuan
1	E01- 2G4M27D	Mengirim Daya	26.5	27	27.5	dBm
2		Menerima Kepekaan	-98.0	-99.0	-100.0	dBm

3		Frekuensi Pengoperasian	2400	2430	2525	MHz
4		Jarak Teruji	3150	3500	3850	m

### 3. Karakteristik Mekanik

Pada karakteristik Ebyte E01-2G4M27D bisa dilihat bagian tampak depan, samping dan belakang dari Gambar 2.5.



Gambar 2. 5 Karakteristik Mekanik Ebyte E01-2G4M27D[12]

Keterangan Gambar 2.5 nomor pin Ebyte E01-2G4M27D bisa dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2. 4 Nomor Pin Ebyte E01-2G4M27D

Nomor pin	Pin item	Arah pin	Aplikasi pin
1	GND		<i>Grounding</i>
2	VCC		<i>Power supply 2.5-5.5 VDC</i>
3	CE	Masukan	<i>Chip enable</i>
4	CSN	Masukan	<i>SPI Chip select</i>

5	SCK	Masukan	SPI <i>Clock</i>
6	MOSI	Masukan	SPI <i>master Output slave input</i>
7	MISO	Keluaran	SPI <i>master input slave Output</i>
8	IRQ	Keluaran	Permintaan interupsi

#### 2.2.4 Arduino

Arduino adalah sebuah platform komputasi fisik *open source*. Perangkat keras yang kompleks, bahasa pemrograman, dan *Integrated Development Environment* (IDE). IDE adalah cara untuk menulis program, mengkompilasi, Kode biner diunggah ke memori mikrokontroler[13].

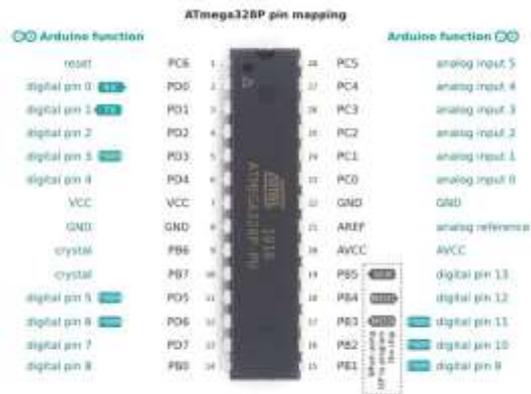
#### 2.2.5 Arduino IDE

Arduino IDE merupakan perangkat lunak menggunakan bahasa Java. Arduino IDE memiliki bagian yaitu *Editor* program, *Compiler* dan *Uploader*. Menu Arduino IDE terdiri dari menu yaitu *Verify* untuk memeriksa kesalahan saat membuat *coding*, Upload ke papan arduino dan *Serial Monitor*[14].

#### 2.2.6 Atmega 328P

ATmega328 merupakan mikrokontroler keluarga AVR 8 bit. *Mikrokontroler ATmega328* memiliki 16 MHz *osilator* kristal, 14 *input digital output* pin (6 *output PWM*), 6 *input analog*, koneksi serial, ICSP *header*, dan tombol *reset*. Ini berisi semua fitur yang diperlukan untuk mendukung *mikrokontroler*, cukup hubungkan ke computer dengan kabel *Universal Serial Bus (USB) to Serial* atau listrik *Alternating Current (AC)* yang ke adaptor *Direct Current (DC)* / baterai untuk memulai. ATmega328P digunakan pada minimum sistem sebagai pengontrol proses timer terapi dan pengontrol modul *transceiver* Ebyte E01-2G4M27D sebagai

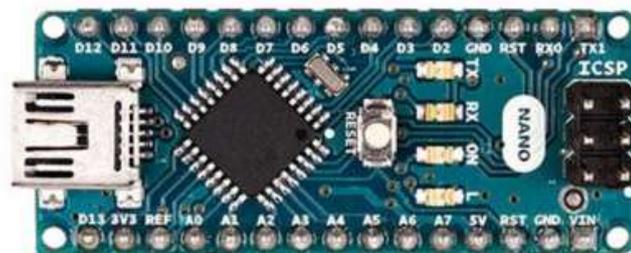
pengirim dan penerima data, lalu data tersebut diolah di *Integrated Circuit (IC)* *ATMega328* [15]. Gambar *ATMega 328P* bisa dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2. 6 *ATMega 328P*[16]

### 2.2.7 Arduino Nano

Arduino Nano merupakan papan kecil, lengkap, dan *breadboard-friendly* berdasarkan *ATmega328* (Arduino Nano 3.x). Arduino Nano mempunyai fungsi yang kurang lebih sama dengan Arduino Duemilanove, tetapi dalam paket yang berbeda yaitu tidak memiliki colokan listrik DC, hanya berfungsi menggunakan kabel USB Mini-B[17]. Adapun gambar Arduino Nano bisa dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2. 7 *Arduino Nano*[17]

Pada arduino nano memiliki spesifikasi teknik yang bisa dilihat pada Tabel

2.5.

Tabel 2. 5 Spesifikasi teknis Arduino NANO

Mikrokontroler	ATmega328
Arsitektur	AVR
Tegangan Operasi	5 Volt
Pin digital I/O	22 pin (6 pin PWM)
Pin Analog	6pin
Arus DC pin I/O	40 mA
Konsumsi Arus	19 mA
<i>Flash Memory</i>	32 KB (ATmega328P)
SRAM	2KB
EEPROM	1 KB
<i>Clock SPEED</i>	16 MHZ
Ukuran PCB	18 X 45 mm

### 2.2.8 LCD Karakter 16x2

LCD (*Liquid Crystal Display*) merupakan komponen elektronika digunakan untuk menampilkan angka, huruf atau simbol dengan lebih baik, dan memiliki konsumsi arus yang lebih rendah[18]. Pada alat tugas akhir LCD diterapkan merupakan LCD 16x2 yang dimaksud lebar tampilan 2 baris 16 kolom untuk jumlah konektor sebanyak 16 Pin[19]. Adapun gambar LCD karakter 16x2 bisa dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2. 8 LCD Karakter 16x2[20]

### 2.2.9 LCD Karakter 20x4

LCD (*Liquid Crystal Display*) digunakan untuk menampilkan angka, huruf atau simbol dengan lebih baik, dan memiliki konsumsi arus yang lebih rendah. Dalam penerapannya, LCD 20x4 terbagi menjadi beberapa bagian, ada yang menggunakan backlight dan ada yang tidak. Jadi yang pakai backlight ada yang hijau, ada yang biru. Tapi intinya sama, pin yang digunakan juga sama[18]. Gambar LCD Karakter 20x4 bisa dilihat pada Gambar 2.9.

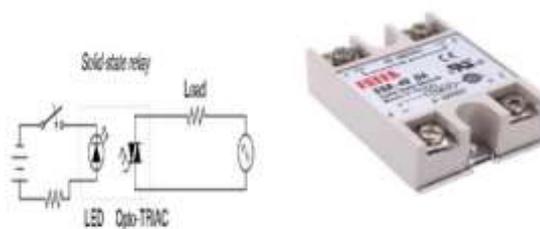


Gambar 2. 9 LCD Karakter 20x4[18]

### 2.2.10 Solid State Relay (SSR)

Pengertian dan fungsi *solid state relay* (SSR) sebenarnya sama dengan *electromechanical* relay atau *magnetic contactor* (MC), yaitu sebagai saklar elektronik yang biasa digunakan atau diterapkan di industri sebagai alat kontrol. Namun, relay elektromekanis memiliki banyak keterbatasan dibandingkan dengan SSR, seperti siklus hidup kontak yang terbatas, penggunaan ruang yang besar, dan

daya kontaktor relai yang besar. Karena keterbatasan ini, banyak produsen relai menyediakan perangkat SSR semikonduktor modern yang menggunakan keluaran SCR, TRIAC, atau transistor alih-alih sakelar kontak mekanis. Perangkat *output* (SCR, TRIAC atau transistor) adalah sumber cahaya LED yang digabungkan secara optik yang terletak di relai. Relai akan ditenagai oleh energi LED ini, biasanya dengan tegangan suplai DC yang lebih rendah. Dibandingkan dengan relai elektromekanis, isolasi optik antara input dan *output* ini merupakan keuntungan yang diberikan oleh SSR[21]. Gambar SSR disa ditunjukkan pada Gambar 2.10.



Gambar 2. 10 *Solid State Relay (SSR)*[21]

### 2.2.11 *Buzzer*

*Buzzer* berfungsi untuk sebuah indikator ketika *timer* proses terapi telah selesai dan *Emergency*. *Buzzer* bekerja pada sumber tegangan 5 Vdc[2]. Adapun komponen *buzzer* bisa dilihat pada Gambar 2.11.



Gambar 2. 11 *Buzzer*