

SKRIPSI
OTOMATISASI PENEMPATAN POSISI PENYINARAN ALAT
TERAPI INFRAMERAH

Disusun dan diajukan oleh:

MUHAMMAD FADHIL ANUGRAH

D041 19 1060



PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2024



Optimized using
trial version
www.balesio.com

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

OTOMATISASI PENEMPATAN POSISI PENYINARAN ALAT TERAPI INFRAMERAH

Disusun dan diajukan oleh

Muhammad Fadhil Anugrah

D041 19 1060

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Pada Tanggal 27 Maret 2024
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

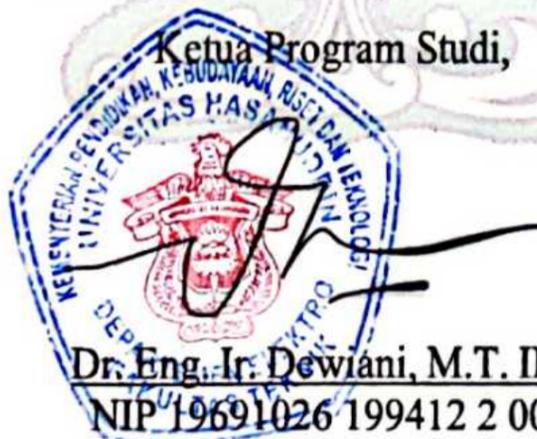
Pembimbing Pendamping,



Dr. A. Ejah Umraeni Salam, S.T., M.T.
NIP 197209081997022001

Ida Rachmaniar Sahali, ST., MT
NIP 198206302012122001

Ketua Program Studi,



Dr. Eng. Ir. Dewiáni, M.T. IPM
NIP 19691026 199412 2 001



PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Fadhil Anugrah
NIM : D041191060
Program Studi : Teknik Elektro
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

OTOMATISASI PENEMPATAN POSISI PENYINARAN ALAT TERAPI INFRAMERAH

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 27 Maret 2024

Yang Menyatakan



Muhammad Fadhil Anugrah



KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT karena atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penyelesaian tugas akhir yaitu skripsi yang berjudul “Otomatisasi Penempatan Posisi Penyinaran Alat Terapi Inframerah” dapat tersusun hingga selesai. Tak lupa pula penulis sampaikan shalawat dan salam kepada nabi besar Muhammad SAW beserta para sahabatnya. Penulisan skripsi ini bertujuan sebagai syarat untuk memenuhi dan memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) bagi mahasiswa program S1 pada Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini jauh dari kata sempurna dan dapat terwujud atas bantuan dari pihak-pihak yang telah berkontribusi baik berupa bimbingan maupun doa. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua penulis, Bapak Rusli Nasir, Ibu Juhraeni, Adik Nayla Risqina Fadhillah, dan Adik Muh. Daffa Al-Farizy yang telah memberikan doa dan dukungan selama penyusunan skripsi ini.
2. Ibu Dr. A.Ejah Umraeni Salam, ST., MT selaku Dosen Pembimbing I dan Ibu Ida Rachmaniar Sahali, ST., MT selaku Dosen Pembimbing II penulis yang telah memberikan bimbingan, kritik dan saran, maupun arahan yang sangat berguna dalam penyusunan skripsi ini. Semoga Ibu senantiasa diberikan kesehatan dan kebahagiaan.
3. Bapak Muh Anshar, ST., M.Sc (Research)., Ph.D dan Prof. Dr. Ing. Faizal Arya Samman, ST., MT selaku dosen penguji yang memberikan saran, koreksi dan arahan dalam menyelesaikan skripsi penulis. Semoga Bapak dan Prof senantiasa diberikan kesehatan dan kebahagiaan.
4. Ibu Dr. Eng. Ir. Dewiani, M.T. dan Bapak Dr. Ikhlas Kitta, S.T., M.T. selaku Ketua dan Sekretaris Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
5. Seluruh dosen pengajar serta pegawai Departemen Teknik Elektro Universitas Hasanuddin atas bimbingan, didikan, kemudahan dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis selama menempuh perkuliahan. Semoga Bapak dan Ibu senantiasa diberikan kesehatan dan kebahagiaan.



6. Seluruh teman-teman Laboratorium Sistem Kendali dan Instrumentasi yang selalu menemani dan memberi bantuan dalam proses penyelesaian skripsi ini.
7. Seluruh teman-teman TR19GER yang telah menjadi teman seperjuangan, memberikan banyak pengalaman, cerita, suka dan duka, serta banyak memberikan inspirasi kepada penulis selama masa-masa perkuliahan.
8. Kepada Raodahtun Qori Azzahra yang telah menemani penulis mulai dari proses penyusunan proposal hingga penyelesaian tugas akhir skripsi ini selesai. Serta menjadi tempat penulis dalam berkeluh kesah dan menghibur penulis serta memberikan dukungan semangat kepada penulis hingga tugas akhir skripsi ini selesai.
9. Seluruh teman-teman KKN Kel. Kampung Pisang Gel.109 yang banyak memberikan dukungan dalam menyelesaikan skripsi ini.
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu dan mendukung dalam menyelesaikan skripsi ini.

Semoga Allah SWT membalas semua pihak yang telah membantu penulis menyelesaikan skripsi ini. Penulis dengan sangat terbuka menerima kritikan dan saran yang membangun untuk memperbaiki skripsi dan penelitian ini kedepannya.

Gowa, 27 Maret 2024



Penulis



ABSTRAK

MUHAMMAD FADHIL ANUGRAH. *Otomatisasi Penempatan Posisi Penyinaran Alat Terapi Inframerah.* (dibimbing oleh A. Ejah Umraeni Salam dan Ida Rachmaniar Sahali)

Dalam kehidupan manusia dewasa melakukan banyak aktivitas sehingga tak sedikitpun dari berbagai penyakit timbul yang diakibatkan oleh aktivitas yang dilakukan. Penyakit-penyakit yang sering diderita oleh kalangan saat ini yaitu seperti pegal-pegal, nyeri otot, sakit punggung, dan kekakuan pada sendi-sendi. Salah satu cara untuk mengatasi nyeri tersebut adalah dengan tindakan fisioterapi sinar inframerah yaitu penyinaran lampu pijar inframerah ke bagian tubuh yang menembus bagian kulit sehingga dapat melancarkan peredaran darah. Terapi inframerah ini memiliki aturan-aturan tertentu agar terapi yang dilakukan tidak membahayakan pasien terapi. Adapun alat terapi yang beredar dipasaran pada saat ini yang biasa digunakan secara komersial tidak memiliki pengaman dalam penggunaannya. Maka Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem berupa alat otomatisasi penempatan posisi penyinaran terapi inframerah. Outputnya berupa lampu inframerah, serta timer untuk mengatur lamanya lampu menyala. Prinsip kerja alat ini yaitu pengaturan jarak dan suhu pada saat terapi agar proses terapi dapat berlangsung sesuai dengan aturannya dan berjalan secara aman dan efisien. Penelitian ini berhasil melakukan kontrol terhadap penempatan posisi penyinaran berdasarkan jarak terapi yang digunakan. Kontrol ini menggunakan perhitungan invers kinematics manipulator satu *dof* dan telah didapatkan sudut joint pada masing-masing jarak yaitu pada jarak 25 cm adalah 22.80° , sedangkan untuk jarak 30 cm didapatkan sudut joint 33.11° , dan sudut joint untuk jarak 45 cm adalah 45° . Kemudian melihat pengaruh jarak terapi terhadap lamanya waktu pada bagian tubuh yang diterapi. Penelitian ini dilakukan dengan pasien melakukan hand grip terlebih dahulu dan masing-masing akan diukur tegangan ototnya sesudah dan sebelum disinari inframerah pada jarak 25, 30 dan 45 cm, sehingga dihasilkan bahwa pada jarak 25 cm terjadi penurunan tegangan otot dari 520,2 mV menjadi 389,2 mV dengan waktu terapi 4,14 menit, pada jarak 30 cm terjadi terjadi penurunan tegangan otot dari 517,2 mV menjadi 368,75 mV dengan waktu terapi 4,47 menit, sedangkan pada jarak 45 cm terjadi terjadi penurunan tegangan otot dari 488,0 mV menjadi 396,0 mV dengan waktu terapi 6,57 menit. Sehingga terapi lampu inframerah dengan jarak 25-30 cm lebih efektif dibandingkan dengan jarak 45 cm yang dikarenakan waktu terapi yang lebih singkat.

Kata Kunci: Inframerah, Kinematik, Manipulator, Nyeri, Tegangan Otot, Terapi.



Optimized using
trial version
www.balesio.com

ABSTRACT

MUHAMMAD FADHIL ANUGRAH. *Automation Of Infrared Therapy Equipment irradiation Position.* (supervised by A. Ejah Umraeni Salam and Ida Rachmaniar Sahali)

In life, adult humans carry out many activities so that not a single disease arises as a result of the activities carried out. Diseases that are often suffered by people today include aches, muscle pain, back pain, and stiffness in the joints. One way to treat this pain is with infrared light physiotherapy, namely shining infrared light on parts of the body that penetrate the skin so that it can improve blood circulation. This infrared therapy has certain rules so that the therapy carried out does not harm the therapy patient. The therapeutic tools currently circulating on the market which are usually used commercially do not have any safety precautions in their use. So this research aims to design a system in the form of an automation tool for positioning infrared therapy radiation. The output is an infrared light, as well as a timer to regulate the length of time the light is on. The working principle of this tool is to regulate the distance and temperature during therapy so that the therapy process can take place according to the rules and run safely and efficiently. This research succeeded in controlling the placement of the radiation position based on the therapeutic distance used. This control uses inverse kinematics calculations for a one-dof manipulator and the joint angle at each distance has been obtained, namely at a distance of 25 cm it is 22.80° , while for a distance of 30 cm the joint angle is 33.11° , and the joint angle for a distance of 45 cm is 45° . Then look at the effect of the distance of therapy on the length of time on the part of the body being treated. This research was carried out with the patient doing a hand grip first and their respective muscle tension was measured after and before infrared radiation at a distance of 25, 30 and 45 cm, so that at a distance of 25 cm there was a decrease in muscle tension from 520.2 mV to 389.2 mV with a therapy time of 4.14 minutes, at a distance of 30 cm there was a decrease in muscle tension from 517.2 mV to 368.75 mV with a therapy time of 4.47 minutes, while at a distance of 45 cm there was a decrease in muscle tension from 488.0 mV to 396.0 mV with a therapy time of 6.57 minutes. So infrared light therapy at a distance of 25-30 cm is more effective than at a distance of 45 cm due to the shorter therapy time.

Keywords: Infrared, Kinematic, Manipulator, Muscle Tension, Pain, Therapy.



Optimized using
trial version
www.balesio.com

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	I
PERNYATAAN KEASLIAN.....	II
KATA PENGANTAR	III
ABSTRAK.....	V
ABSTRACT.....	VI
DAFTAR ISI.....	VII
DAFTAR GAMBAR.....	IX
DAFTAR TABEL	X
DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL	XI
DAFTAR LAMPIRAN	XII
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Ruang Lingkup	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Konsep Nyeri pada Tubuh.....	6
2.2 Penggunaan Metode VAS	7
2.3 <i>Infra Red</i> (IR)	8
2.3.1 Penggunaan Infrared dalam Fisioterapi	8
2.3.2 Ketentuan Jarak dalam Terapi Inframerah.....	10
2.3.3 Pengaruh Terapi Inframerah terhadap Tubuh.....	11
2.4 Olahraga terhadap Nyeri Otot	12
2.5 Mikrokontroler	13
2.6 Kinematika Robot	15
2.7 Penelitian Terkait	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1 Rancangan Penelitian	19
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	21
3.3 Alat dan Bahan	21
3.3.1 Spesifikasi komponen.....	23
3.4 Perancangan Sistem.....	29



3.4.1 Perancangan Umum Sistem	30
3.4.2 Perancangan perangkat Keras	30
3.4.3 Perancangan Perangkat Lunak	33
3.5 Diagram Alir Sistem Kerja	34
3.6 Desain Alat	35
3.7 Teknik Pengumpulan Data	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.1 Hasil Perancangan Alat	38
4.2 Hasil Pengujian Alat	39
4.2.1 Perancangan Sensor Jarak HC-SR04	39
4.2.2 Pengujian Sensor Suhu DS18B20	40
4.2.3 Pengujian <i>Timer</i>	41
4.2.4 Pengujian <i>Relay</i>	42
4.2.5 Pengujian Dimmer	43
4.2.6 Penempatan Posisi Penyinaran dengan Servo	43
4.2.7 Pengujian Monitoring Alat	45
4.2.8 Hasil Pengujian Terapi	48
BAB V PENUTUP	53
5.1 Kesimpulan	53
5.2 Saran	54
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN	59



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Skala Pengukuran dengan Metode VAS	7
Gambar 2 Struktur Kulit dan Kaitannya dengan Penyerapan Inframerah	9
Gambar 3 Gambar Cara Kerja <i>Forward Kinematics</i> dan <i>Invers Kinematics</i>	16
Gambar 4 Diagram Rancangan Penelitian	19
Gambar 5 Skema Pin ESP32 DOIT Devkit v1	24
Gambar 6 Diagram Perancangan Sistem.....	29
Gambar 7 Perancangan <i>Wiring</i> Sistem	31
Gambar 8 Perancangan Perangkat Keras	31
Gambar 9 Rangkaian Skematik Sistem.....	32
Gambar 10 Diagram Alir Sistem Kerja.....	34
Gambar 11 Desain Alat Fisioterapi.....	35
Gambar 12 Desain <i>Panel Box</i>	36
Gambar 13 Desain Servo	36
Gambar 14 Hasil Perancangan Alat	38
Gambar 15 Tampilan Awal LCD.....	46
Gambar 16 Tampilan Pembacaan Sensor Otot, Jarak, Dan Suhu Setelah Tombol Set Ditekan.....	46
Gambar 17 Tampilan untuk memasukan durasi terapi yang diinginkan.....	47
Gambar 18 Tampilan pada saat proses terapi berlangsung.....	47
Gambar 19 Pengujian Terapi	48
Gambar 20 Grafik Hasil Analisis Waktu Terapi.....	51



Optimized using
trial version
www.balesio.com

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Perbandingan dengan penelitian terkait	18
Tabel 2 Komponen alat dan bahan	21
Tabel 3 Spesifikasi ESP32 DOIT Devkit v1	24
Tabel 4 <i>Liquid Crystal Displays</i> (LCD).....	26
Tabel 5 Spesifikasi Sensor Suhu DS18B20	27
Tabel 6 Spesifikasi Servo.....	28
Tabel 7. Spesifikasi <i>Relay</i>	29
Tabel 8 Hasil Perbandingan Sensor HC-SR04.....	40
Tabel 9 Hasil Perbandingan Sensor Suhu DS18B20 dengan Termometer	41
Tabel 10 Hasil perbandingan nilai <i>timer</i> dengan <i>stopwatch</i>	42
Tabel 11 Hasil Pengujian <i>Relay</i>	42
Tabel 12. Hasil Pengujian <i>Dimmer</i>	43
Tabel 13 Penempatan Posisi Penyinaran dengan Servo.....	45
Tabel 14 Data Awal Sensor EMG.....	49
Tabel 15 Hasil Pengujian Sebelum Terapi Jarak 25 CM	49
Tabel 16 Hasil Pengujian Sesudah Terapi Jarak 25 CM.....	49
Tabel 17 Hasil Pengujian Sebelum Terapi Jarak 30 CM	50
Tabel 18 Hasil Pengujian Sesudah Terapi Jarak 30 CM.....	50
Tabel 19 Hasil Pengujian Sebelum Terapi Jarak 45 CM	50
Tabel 20 Hasil Pengujian Sesudah Terapi Jarak 45 CM.....	51



Optimized using
trial version
www.balesio.com

DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
VAS	<i>Visual Analog Scale</i> , skala pengukuran nyeri
IR	<i>Infrared/Sinar Inframerah</i>
EMG	<i>Electromyography</i>
LCD	<i>Liquid Crystal Display</i>
IoT	<i>Internet of Things</i>



Optimized using
trial version
www.balesio.com

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Kode Program.....	60
Lampiran 2 Dokumentasi Alat.....	73
Lampiran 3 Dokumentasi Pembuatan dan Pengujian Alat	74



Optimized using
trial version
www.balesio.com

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam kehidupan manusia dewasa melakukan banyak aktivitas untuk memenuhi keinginan dan kebutuhan dalam hidupnya. Tak sedikitpun dari berbagai penyakit timbul yang diakibatkan oleh aktivitas yang dilakukan, baik itu penyakit ringan hingga penyakit berat dan mematikan. Penyakit-penyakit yang sering diderita oleh kalangan saat ini yaitu seperti pegal-pegal, nyeri otot, sakit punggung, dan kekakuan pada sendi-sendi (Pratama, 2020).

Oleh karena itu, kita sebagai manusia dituntut untuk memiliki kondisi tubuh yang baik dan sehat, sehingga dapat menjalankan aktivitas sehari-hari dengan lancar dan tanpa gangguan. Karena apabila kondisi fisik tubuh terganggu maka aktivitas yang dikerjakan akan terganggu pula. Seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi di seluruh aspek kehidupan masyarakat terutama dalam bidang kesehatan, diikuti pula dengan bertambahnya masalah kesehatan di kalangan masyarakat yang berupa gangguan gerak fungsional, mengakibatkan aktivitas fungsional dalam kehidupan sehari-hari menjadi terganggu. Terganggunya aktivitas fungsional itu antara lain dikarenakan otot-otot di daerah punggung bagian bawah (Haen, 2021)

Nyeri otot-otot di daerah punggung bagian bawah menjadi masalah kesehatan di hampir semua negara, hampir 50-80% orang berusia 20 tahun keatas pernah mengalami nyeri punggung bawah. Penyakit ini juga dapat disebabkan karena adanya aktivitas tubuh yang buruk saat melakukan kegiatan dengan posisi yang salah. Hal ini disebabkan karena kesalahan dalam posisi duduk saat beraktivitas dalam durasi yang cukup lama. Nyeri punggung bawah merupakan sakit yang paling tinggi terjadi akibat kerja yang dilakukan dalam waktu yang cukup lama. Hal ini sejalan dengan data yang dilaporkan oleh *National Safety Council*, yaitu 22% dari 1.700.000 kasus. Hampir 80% penduduk di negara industri pernah mengalami



gunggung bawah. Amerika Serikat prevalensinya berkisar antara 15-20% per langkan insidensi berdasarkan kunjungan pasien baru ke dokter adalah (asmar, 2023).

Salah satu cara untuk mengatasi nyeri tersebut adalah dengan memilih menggunakan pengobatan alternatif, contohnya melakukan fisioterapi. Karena Sebagian orang menganggap tidak perlu mengkonsumsi obat-obatan kimia yang harganya mahal. Namun pada saat ini di Indonesia hanya rumah sakit besar saja yang dilengkapi fasilitas fisioterapi. Tindakan fisioterapi yang cocok untuk pengobatan nyeri punggung bawah yaitu dengan pemberian terapi panas. Salah satu cara pengobatan terapi panas yaitu dengan menggunakan sinar inframerah. (Pratama, 2020)

Alat terapi infra merah merupakan alat terapi yang berfungsi untuk mengurangi kelelahan pada tubuh yang mengalami kontraksi berlebihan. Inframerah merupakan radiasi elektromagnetik yang Panjang gelombangnya lebih Panjang dari cahaya tampak dan lebih pendek dari gelombang radio (Prasetyo & Kurniasari, 2022). Karakteristik sinar inframerah ini adalah gelombang elektromagnetik dengan panjang gelombang 770 nm – 106 nm, dan berada diantara spektrum gelombang cahaya yang dapat dilihat dengan gelombang *microwave* (Pratama, 2020). Terapi inframerah ini juga bertujuan untuk membuka pembuluh darah lebih lebar yang dimana nantinya pasokan oksigen dan nutrisi dapat meminimalisir bagian tubuh yang mengalami rasa nyeri dan pegal (Ginting, Pasaburi, & Tampubolon, 2022). Pemberian sinar inframerah ini bertujuan untuk memberikan efek relaksasi pada otot yang mengalami nyeri (Prasetyo & Kurniasari, 2022).

Banyak masyarakat yang menggunakan alat terapi ini tanpa didampingi oleh petugas medis, sehingga mereka kurang mengerti tentang cara penggunaan yang tepat. Akibatnya, efek yang ditimbulkan dapat menyebabkan kulit menjadi merah dan bahkan memperburuk kondisinya. Adapun alat terapi yang beredar dipasaran pada saat ini yang biasa digunakan secara komersial tidak memiliki pengaman dalam penggunaannya. Penggunaan alat terapi inframerah ini sebaiknya didampingi oleh petugas medis karena proses terapi inframerah ini memiliki aturan-aturan tertentu agar proses terapi yang dilakukan tidak membahayakan pasien terapi.



acu pada penelitian yang sudah ada sebelumnya yaitu oleh Lalu Zul Jana al (2021) yang berjudul Perancangan Alat Fisioterapi *Infrared* Dengan uhu Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno, hanya menggunakan sensor

suhu dan *timer* saja dimana pada penelitian ini tidak memperhatikan jarak objek terhadap alat fisioterapi. Dan pada penelitian yang dilakukan oleh Pratama, Andika A.P (2020) yang berjudul Perancangan Alat Terapi Infra Merah Dengan Jangkauan Operasi 20 cm sampai 60 cm Berbasis Uno, yang hanya menggunakan sensor jarak dan *timer* saja dimana pada penelitian ini tidak memperhatikan suhu objek yang terkena alat fisioterapi. Serta pada penelitian yang dilakukan Ibadillah, Achmad F., et al (2022) yang berjudul Rancang Bangun Alat *Infrared Therapy* Berbasis STM32 Untuk Deteksi Nyeri Otot, yang menggunakan sensor otot untuk mendeteksi Nyeri Otot pada bagian tubuh yang akan dilakukan fisioterapi.

Berdasarkan permasalahan tersebut itulah yang menjadi latar belakang penulis untuk membuat penelitian yang berjudul **“OTOMATISASI PENEMPATAN POSISI PENYINARAN ALAT TERAPI INFRAMERAH”** yang kedepannya dapat dijadikan suatu gambaran untuk memberikan solusi terhadap permasalahan-permasalahan yang telah disebutkan diatas.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem alat otomatisasi penempatan posisi penyinaran terapi infra merah dengan menggunakan sensor jarak dan servo?
2. Bagaimana hubungan antara jarak dengan lamanya waktu penyinaran inframerah terhadap tegangan otot sesudah melakukan terapi?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian berdasarkan permasalahan di atas adalah sebagai berikut:

1. Merancang sistem otomatisasi penempatan posisi alat terapi infra merah berbasis mikrokontroler.
2. Menganalisis pengaruh jarak terhadap lamanya waktu sesudah melakukan terapi sehingga dapat diketahui efek dari penyinaran inframerah yang telah lakukan.



1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi penulis, penelitian ini menjadi bentuk pengabdian, dan sebagai evaluasi untuk mengukur kemampuan potensi diri sendiri, serta dapat menerapkan disiplin ilmu teori dan aplikasi yang telah didapatkan selama masa perkuliahan.
2. Bagi mahasiswa, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dan bisa digunakan sebagai dasar pengembangan penelitian mengenai topik yang serupa.
3. Bagi masyarakat, penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan dan pengetahuan mengenai proses fisioterapi inframerah yang aman dan efektif.
4. Bagi Institut Pendidikan Departemen Teknik Elektro, terkhusus bidang teknik kendali, penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangsi positif terhadap ilmu pengetahuan mata kuliah sistem instrumentasi, sistem kendali digital, dan sistem kendali cerdas.
5. Bagi kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, penelitian ini diharapkan bisa menjadi pemicu kreativitas bagi para generasi muda untuk terus mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi kedepannya.

1.5 Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Kontrol yang dilakukan menggunakan variabel suhu dan jarak selama proses terapi
2. Pengujian alat dilakukan dengan melihat sistem kerja alat dalam mengatur suhu dan jarak selama proses terapi kemudian dilihat pengaruhnya terhadap tegangan otot sebelum dan sesudah dilakukan proses terapi
3. Bagian tubuh yang diterapi adalah otot lengan flexor sebagai objek terapi
4. Terapi dilakukan pada orang normal yang diberikan stimulasi aktivitas fisik untuk implementasi nyeri otot yang diakibatkan oleh kelelahan olahraga
letak posisi objek yang diterapi telah ditentukan



1.6 Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan pemahaman terhadap penelitian ini, maka diuraikan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan teori dari berbagai sumber ilmiah yang berkaitan dengan penulisan tugas akhir ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tentang diagram alir penelitian, rancangan sistem, waktu dan lokasi penelitian, alat dan bahan yang digunakan, serta teknik pengumpulan data.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas implementasi dan pengujian kinerja alat fisioterapi *infrared* menggunakan mikrokontroler ESP32.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini memuat kesimpulan dari penelitian yang dilakukan dan saran-saran yang dapat digunakan sebagai tindak lanjut dari penelitian yang telah dilakukan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konsep Nyeri pada Tubuh

Menurut *International Association for Study of Pain* (IASP), nyeri merupakan pengalaman perasaan emosional yang dimiliki individu dimana pengalaman atau perasaan tersebut merupakan hal yang tidak menyenangkan akibat terjadinya kerusakan aktual maupun potensial, atau menggambarkan kondisi terjadinya kerusakan. Nyeri merupakan kondisi dimana menitikberatkan pada manipulasi fisik atau menghilangkan kausa nyeri. Berdasarkan waktu durasi nyeri dibedakan menjadi nyeri akut dan nyeri kronik. Nyeri akut berlangsung dalam waktu kurang dari 3 bulan secara mendadak akibat trauma atau inflamasi, dan tanda respon simpatis. Nyeri kronik apabila nyeri lebih dari 3 bulan, hilang timbul atau terus menerus dan merupakan tanda respon parasimpatis. Nyeri dapat mengenai semua orang, tanpa memandang jenis kelamin, umur, ras, status sosial, dan pekerjaan. Tipe nyeri yang digunakan secara luas adalah nosiseptif, inflamasi, neuropatik, dan fungsional. Saat ini mulai jelas mekanisme neurobiologi yang mendasari berbagai tipe nyeri tersebut. Tipe nyeri yang berbeda memiliki faktor etiologik yang berbeda pula (Patel, 2010). Stimulus nyeri dapat berupa stimulus yang bersifat fisik atau mental, sedangkan kerusakan dapat terjadi pada jaringan aktual atau pada fungsi ego seorang individu (potter & perry, 2006).

Pengukuran nyeri pada seseorang merupakan hal yang penting untuk mengetahui intensitas dan menentukan terapi yang efektif. Nyeri sebaiknya harus dimulai sedini mungkin dan sangat diperlukan komunikasi yang baik dengan pasien. Intensitas nyeri atau skala nyeri adalah suatu gambaran tentang seberapa tingkat nyeri yang dirasakan individu tersebut. Intensitas nyeri yang dirasakan setiap orang berbeda-beda karena pengukuran intensitas nyeri sangat subjektif dan individual sehingga indikator terpenting dalam mengukur batasan nyeri pasien didasarkan dari tingkat nyeri yang dirasakan oleh pasien (Setiani, 2023). Hal yang

a dikatakan oleh salah satu praktisi fisioterapi saat peneliti melakukan ra pribadi yang mengatakan bahwa:

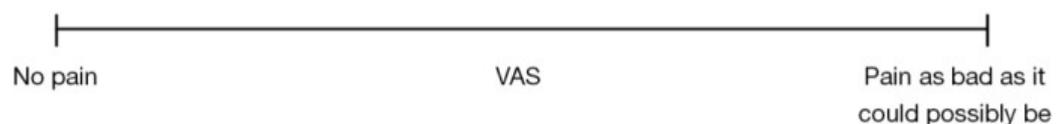


“Setiap orang memiliki batas nyeri atau tegangan otot yang berbeda-beda, sehingga standar nilai atau batasan nyeri dilihat pada orang normal sebelum melakukan aktivitas” (H, Wawancara Pribadi, 2 Maret 2024).

Penggunaan skala nyeri adalah metode yang mudah dan reliabel dalam menentukan intensitas nyeri pasien. Untuk efektifitas penggunaan skala peringkat nyeri, pasien tidak hanya perlu memahami penggunaan skala tetapi juga harus diajarkan tentang bagaimana informasi tersebut akan digunakan untuk menentukan perubahan kondisi mereka dan efektifitas intervensi penatalaksanaan nyeri. pasien juga harus diminta untuk menunjukkan tingkat kenyamanan yang dapat diterima sehingga mereka dapat melakukan aktivitas yang spesifik (Kozier, 2011).

2.2 Penggunaan Metode VAS

Visual Analog Scale (VAS) merupakan alat pengukuran intensitas nyeri efisien yang telah digunakan secara luas dalam penelitian dan pengaturan klinis. Umumnya VAS merupakan alat dengan garis 10 cm, orientasi biasanya disajikan secara horizontal maupun vertikal, dengan poin hasil kata tidak nyeri sampai nyeri paling hebat yang tidak terbayangkan. skor dicatat dengan membuat tanda tulisan tangan pada garis 10 cm yang mewakili sebuah kontinum antara tanpa rasa sakit dan rasa sakit terburuk (Delgado et al., 2018 ; Hafizh, 2022). Pengukuran derajat nyeri bertujuan untuk mengetahui nyeri yang dirasakan pasien, membantu diagnosis, meningkatkan motivasi pasien dan sebagai tolak ukur apakah nyeri berkurang atau masih sama (Trisnowiyanto,2012).



Gambar 1 Skala Pengukuran dengan Metode VAS

Adapun nilai dari VAS sebagai berikut :

- a) Nilai 1 : tidak nyeri
- b) Nilai 2 : nyeri sangat ringan
- c) Nilai 3 : nyeri ringan
- 4 : nyeri tidak begitu berat
- 5 : nyeri cukup berat
- 6 : nyeri berat



g) Nilai 7-10 : nyeri tak tertahankan

Visual Analog Scale (VAS) merupakan skala linier yang akan memvisualisasikan gradasi tingkatan nyeri yang diderita oleh pasien di mana pada ujung garis kiri tidak mengindikasikan nyeri, sementara ujung satunya lagi mengindikasikan rasa nyeri terparah yang mungkin terjadi. Selain dua indikator tersebut, VAS bisa diisi dengan indikator redanya rasa nyeri (Hafizh, 2022).

2.3 Infra Red (IR)

InfraRed (IR) adalah salah satu bentuk terapi fisik yang memanfaatkan sinar inframerah atau sinar merah jarak dekat. Infrared mempunyai panjang gelombang 1,5- 5,6 mikron dan mempunyai radiasi mencapai 5,6-1000 mikron dan penetrasi 3,75 cm yang memberikan efek pemanasan pada jaringan yang lebih dalam di daerah otot yang cedera akan lebih efektif (Kartikaningrum, 2019). Sensor inframerah secara luas telah banyak digunakan pada aplikasi pendeteksi objek. Dalam aplikasi pada bidang elektronika dan teknologi instrumentasi, sensor ini dapat digunakan untuk mengukur jarak (Yunardi, 2017). Adapun karakteristik dari inframerah adalah sebagai berikut (Ardyanto, Ariman & Supriyadi, 2021):

1. Inframerah tidak dapat dilihat oleh manusia
2. Inframerah tidak dapat menembus materi yang tidak tembus pandang
3. Inframerah dapat ditimbulkan oleh komponen yang menghasilkan panas
4. Inframerah memiliki Panjang gelombang yang berlawanan dengan suhu sehingga ketika suhu mengalami kenaikan maka panjang gelombang mengalami penurunan.

Jenis-jenis infra merah berdasarkan panjang gelombang :

- a) Infra merah jarak dekat dengan panjang gelombang 0.75 – 1.5 μm .
- b) Infra merah jarak menengah dengan panjang gelombang 1.50 – 10 μm .
- c) Infra merah jarak jauh dengan panjang gelombang 10 – 100 μm .

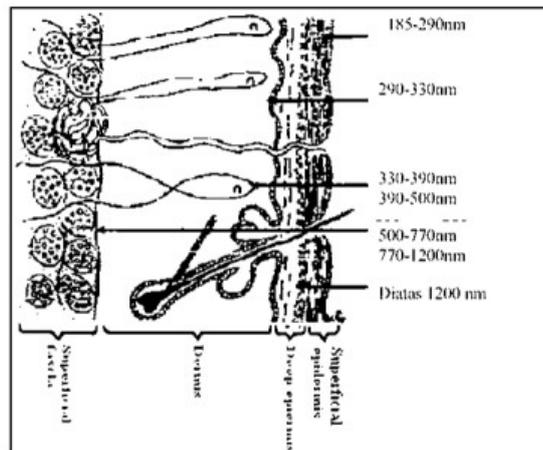
2.3.1 Penggunaan *Infrared* dalam Fisioterapi



Infra Merah (*Infrared*) adalah salah satu bentuk terapi yang digunakan dalam Ilmu Kedokteran Fisik dan Rehabilitasi Terapi ini menggunakan gelombang magnetik infra merah untuk pemanasan struktur muskuloskeletal yang

terletak superfisial dengan panjang gelombang kisaran 770nm-106nm. Gelombang berada di antara spektrum gelombang cahaya yang tidak terlihat oleh mata manusia dan gelombang *microwave*. Tujuan utama dari terapi Inframerah adalah untuk melakukan pemanasan pada struktur muskuloskeletal yang terletak di permukaan atau superfisial. Karakteristik terapi ini memiliki daya penetrasi sekitar 0,8-1 mm ke dalam jaringan tubuh. Dengan menggunakan gelombang infra merah, terapi ini dapat menyebabkan peningkatan suhu pada jaringan dan struktur yang diarahkan.

Terapi infra merah (IR) akan memberikan pemanasan superfisial pada daerah kulit yang diterapi sehingga menimbulkan beberapa efek fisiologis yang diperlukan untuk penyembuhan. Efek-efek fisiologis tersebut berupa mengaktifasi reseptor panas superfisial di kulit yang akan merubah transmisi atau konduksi saraf sensoris dalam menghantarkan nyeri sehingga nyeri akan dirasakan berkurang, pemanasan ini juga akan menyebabkan pelebaran pembuluh darah (*vasodilatasi*) dan meningkatkan aliran darah pada daerah tersebut sehingga akan memberikan oksigen yang cukup pada daerah yang diterapi, meningkatkan aktivitas enzim-enzim tertentu yang digunakan untuk metabolisme jaringan dan membuang sisa-sisa metabolisme yang tidak terpakai sehingga pada akhirnya akan membantu mempercepat proses penyembuhan jaringan (Wahydha, 2016).



Gambar 2 Struktur Kulit dan Kaitannya dengan Penyerapan Inframerah
(Sumber: Hayati, 2009)

Sinar infra merah pada Panjang gelombang sekitar 500-1200nm akan masuk ke jaringan kulit lebih dalam hingga jaringan terbawah *dermis*. Sinar infra merah dapat menembus jaringan kulit dimana terdapat pori-pori (*Kapiler*) dan kemudian akan mempengaruhi bagian yang lebih dalam seperti organ



persyarafan yang berada dibawah kulit yang akan merasakan panas dari proses terapi. Sehingga hal tersebut menjadi salah-satu alasan penggunaan infra merah sebagai terapi pada bidang Kesehatan (Hayati, 2009).

Terapi pemanasan dengan Infra merah ini juga dapat memberikan perasaan nyaman dan rileks sehingga dapat mengurangi nyeri karena ketegangan otot-otot terutama otot-otot yang terletak superfisial, meningkatkan daya regang atau ekstensibilitas jaringan lunak sekitar sendi seperti ligamen dan kapsul sendi sehingga dapat meningkatkan luas pergerakan sendi terutama sendi-sendi yang terletak superfisial seperti sendi tangan dan kaki (Wakhidatiningrum, 2017). Selain itu terapi inframerah dapat menstimulasi proses termoregulasi di otak untuk pengaturan suhu, yang menyebabkan proses vasodilatasi yaitu pelebaran pembuluh darah. Ketika terjadi pelebaran pembuluh darah maka suplai darah meningkat yang menyebabkan zat yang dibutuhkan jaringan saraf atau otot juga meningkat. Dengan demikian dapat melancarkan aliran peredaran darah bagian tubuh yang akan di terapi sehingga dapat meredakan nyeri (H, Wawancara Pribadi, 2 Maret 2024).

2.3.2 Ketentuan Jarak dalam Terapi Inframerah

Dosis yang digunakan dalam aplikasi penggunaan infra merah khususnya untuk jarak dari tenaga medis satu dengan yang lain bisa berbeda. Hal ini lebih dikarenakan belum ada patokan secara pasti untuk ketentuan jarak. Menurut Sujatno (1993) pada penggunaan lampu non luminous jarak lampu yang digunakan adalah antara 45 – 60 cm, sinar diusahakan tegak lurus dengan daerah yang diobati serta waktu antara 10 – 30 menit. Pada penggunaan lampu luminous jarak lampu 35 – 45 cm, sinar diusahakan tegak lurus, waktu antara 10 – 30 menit disesuaikan dengan kondisi penyakitnya. Menurut Michlovits (1990), semua pemanasan superfisial membutuhkan waktu antara 20 – 30 menit, Dosis pemberian terapi infrared cukup bervariasi yaitu pada rentang waktu 10-45 menit, misalnya pada terapi infrared untuk meningkatkan kesehatan lansia dilakukan 2x15 menit, yaitu 15 menit pertama ada jeda kemudian dilanjutkan pada 15 menit kedua. Pemberian infra merah biasanya berada pada jarak 30 cm dengan menyesuaikan pada yang dirasakan pasien. Sedangkan untuk suhu dari infra merah objektif/relatif namun harus memperhatikan pada pasien yang mengalami melitus (H, Wawancara Pribadi, 2 Maret 2024).



Tidak adanya jarak aman penyinaran pada saat terapi dapat menimbulkan resiko kelalaian dalam pemantauan terapi (Nova dan Nur, 2016). Lampu infra merah baik digunakan dengan jarak penyinaran adalah 45 – 60 cm dikarenakan sensitifitas kulit setiap orang berbeda-beda dan dapat membahayakan pasien serta mempengaruhi efek terapi yang diterima (Kurniawan, 2017). Penelitian yang dilakukan oleh Putra (2011) dalam menguji efektifitas jarak inframerah pada ambang nyeri pada jarak 35 cm dan 45 cm menunjukkan kedua jarak tersebut memiliki pengaruh terhadap peningkatan nilai ambang nyeri, namun penyinaran IR 35 cm memiliki rata-rata lebih tinggi dibandingkan penyinaran dengan jarak 45 cm. Peningkatan ambang nyeri terjadi oleh efek sedatif dari Infra Merah yaitu stimulasi panas sampai pada jaringan sub cutan yang mengakibatkan vasodilatasi pembuluh darah sehingga aliran pembuluh darah meningkat serta meningkatnya metabolisme mengakibatkan peningkatan suplai nutrisi, O₂ ke jaringan tersebut sehingga nyeri berkurang (Putra, 2011).

Frekuensi pemberian terapi infrared bergantung pada tujuan terapi dan respon dari penderita dan analisis dokter atau terapis yang memeriksanya. Jumlah terapi yang diberikan dan dosis yang digunakan tergantung pengalaman klinis dokter atau terapis di pusat terapi tersebut dan setiap dokter ataupun terapis memiliki pengalaman yang berbeda-beda dengan dokter atau terapis di pusat terapi yang lain sehingga dosis yang diberikan dan jumlah terapinya pun tidak sama meskipun alatnya sama. Untuk mendapatkan hasil yang optimal dengan tujuan untuk meningkatkan elastisitas jaringan lunak diperlukan 6 kali terapi dengan frekuensi 2-3 kali per minggu dengan waktu pemberian 30 menit setiap kali terapi, tentunya dengan diikuti terapi lainnya seperti terapi Latihan dan sebagainya, tidak cukup hanya mengandalkan satu modalitas terapi saja (Iklas, 2017)

2.3.3 Pengaruh Terapi Inframerah terhadap Tubuh

Berdasarkan beberapa pemaparan terkait mekanisme infra merah di atas, pemberian inframerah memiliki beberapa kegunaan dalam kesehatan. Salah satu manfaat yang terpenting dari terapi inframerah adalah meningkatkan kesehatan pembuluh darah. Cahaya inframerah meningkatkan produksi oksida nitrat, molekul pemberi sinyal yang penting untuk kesehatan pembuluh darah. Molekul ini melelehkan lemak dan mencegah darah membeku atau menggumpal di dalam pembuluh darah.



Selain itu, ia melawan radikal bebas, mencegah stres oksidatif, dan mengatur tekanan darah (Laguipo, 2019). Meskipun demikian Infra merah memiliki indikasi dan kontra indikasi dalam pemberian terapi diantaranya:

Indikasi terapi infra merah:

1. Nyeri otot, sendi dan jaringan lunak sekitar sendi. Misal: nyeri punggung bawah, nyeri leher, nyeri punggung atas, nyeri sendi tangan, sendi lutut, dsb.
2. Kekakuan sendi atau keterbatasan gerak sendi karena berbagai sebab.
3. Ketegangan otot atau spasme otot.
4. Peradangan kronik yang disertai dengan pembengkakan.
5. Penyembuhan luka di kulit.

Kontra Indikasi terbagi menjadi dua yaitu Absolut (Mutlak tidak diperbolehkan) dan Relatif (Boleh diberikan dengan pengawasan ketat dokter)

1. Kontra Indikasi Absolut:

Kelainan pendarahan, kelainan pembuluh darah vena atau peradangan pembuluh darah, seperti thrombophlebitis (inflamasi permukaan pembuluh darah disertai pembentukan pembekuan darah), gangguan sensoris berupa rasa raba maupun terhadap suhu, gangguan mental, tumor ganas atau kanker, serta penggunaan infra merah pada mata.

2. Kontra Indikasi Relatif:

Trauma atau peradangan akut, kehamilan. gangguan sirkulasi darah, gangguan regulasi suhu tubuh, bengkak atau edema, kelainan jantung, adanya metal di dalam tubuh, luka terbuka, kulit yang sudah diolesi obat-obat topikal atau obat gosok dan kerusakan saraf.

2.4 Olahraga terhadap Nyeri Otot

Olahraga merupakan aktivitas dengan melibatkan fisik dan keterampilan dari individu atau tim, yang dilakukan untuk melatih tubuh manusia. Selain itu, olahraga juga dapat menimbulkan efek negatif, salah satunya yaitu cedera atau nyeri pada otot. Melakukan aktifitas fisik yang berlebihan dapat menyebabkan terjadinya

erusakan otot atau jaringan ikat pada otot (Ilmawan, 2018). Nyeri otot urena adanya kerusakan pada jaringan otot akibat olahraga yang cukup lama, kontraksi yang terus menerus, dan melakukan aktivitas yang tidak



biasa dilakukan. Pada dasarnya setiap Gerakan yang tidak biasa dilakukan akan menimbulkan nyeri otot, khususnya gerakan yang membuat otot berkontraksi memanjang (Prihantoro, 2018). Nyeri otot yang timbul setelah berolahraga terjadi ketika jaringan otot tubuh berusaha beradaptasi dengan memperbaiki dan menambah massa jaringan otot dan merupakan hal yang normal terjadi.

Sebagai contoh, ketika memberikan stimulasi dengan melakukan olahraga *handgrip* yaitu latihan mencengkram dimana kontraksinya pada bagian lengan bawah dan tangan sehingga akan menyebabkan perubahan pada ketegangan otot. Menggenggam dilakukan dengan membuka dan menutup jari dan pergelangan tangan yang juga melibatkan otot fleksor dan ekstensor lengan bawah (Musa Dalam Putri, 2021). Gerakan *handgrip* yang dilakukan berulang dengan tekanan beban yang tinggi dengan terus-menerus menggenggam suatu benda, otot-otot di tangan dan lengan bawah akan bekerja keras untuk mempertahankan genggam tersebut. Seiring waktu, otot-otot ini bisa menjadi lelah karena kontraksi terus-menerus dan kurang istirahat. Otot yang lelah lebih rentan terhadap rasa sakit dan ketidaknyamanan (Ali, 2023). Tindakan berulang tanpa istirahat yang cukup dapat menyebabkan robekan mikro pada serat otot, sehingga menimbulkan nyeri dan peradangan. Penyebab lain dari nyeri otot yang timbul saat berolahraga karena adanya penumpukan sisa pembakaran atau metabolisme otot yang disebut asam laktat, kekurangan oksigen pada otot yang aktif, serta pengaruh suhu tubuh yang meningkat pada saat olahraga (Iza, 2019)

2.5 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah Suatu kontroler digunakan untuk mengontrol suatu proses atau aspek-aspek dari lingkungan, satu contoh aplikasi dari mikrokontroler adalah untuk memonitor rumah, Ketika listrik padam, energi backup di nyalakan dengan sensor suara. Pada masanya, kontroler dibangun dari komponen-komponen logika secara keseluruhan, sehingga menjadikannya besar dan berat, setelah itu barulah di pergunakan mikroprosesor sehingga keseluruhan kontroler masuk kedalam PCB yang cukup kecil, hingga saat ini masih sering kita lihat kontroler yang dikendalikan mikroprosesor biasa (Zilog Z80, Intel 8088, Motorola 6809, dsb).



Optimized using
trial version
www.balesio.com

ses pengecilan komponen terus berlangsung, semua komponen yang di guna membangun suatu kontroler dapat dikemas dalam satu keping, maka

lahirlah komputer keping tunggal (*one chip microcomputer*) atau disebut juga mikrokontroler. Dalam diskusi sehari-hari dan di forum internet mikrokontroler sering dikenal dengan sebutan μC , uC . Terjemahan bebas dari pengertian tersebut, bisa dikatakan bahwa mikrokontroler adalah komputer yang berukuran mikro dalam satu chip IC (*integrated circuit*) yang terdiri dari processor, memori, dan antarmuka yang bisa diprogram, jadi disebut komputer mikro karena dalam IC atau chip mikrokontroler terdiri dari CPU, memory, dan I/O yang bisa kita kontrol dengan memprogramnya. I/O juga sering disebut dengan GPIO (*General Purpose Input Output Pins*) yang berarti : pin yang bisa kita program sebagai input atau output sesuai kebutuhan.

Mikrokontroler adalah sistem mikroprosesor lengkap yang terkandung di dalam sebuah chip. Mikrokontroler berbeda dari mikroprosesor serbaguna yang digunakan dalam sebuah PC karena didalam sebuah mikrokontroler umumnya juga telah bersi komponen pendukung sistem minimal mikroprosesor, yakni memori dan antar muka I/O sedangkan didalam mikroprosesor umumnya hanya berisi CPU saja. Mikrokontroler adalah sebuah chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umunya dapat menyimpan program didalamnya. Mikrokontroler adalah sebuah chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umunya dapat menyimpan program did umumnya terdiri dari CPU (Central Processing Unit), memori, I/O tertentu dan unit pendukung seperti *Analog-to-Digital Converter* (ADC) yang sudah terintegrasi di dalamnya.

Kelebihan utama dari mikrokontroler ialah tersedianya RAM dan peralatan I/O pendukung sehingga ukuran board mikrokontroler menjadi sangat ringkas. Mikrokontroler adalah sebuah chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umunya dapat menyimpan program di MCS51 ialah mikrokomputer CMOS 8 bit dengan 4 KB Flash PEROM (*Programmable and Erasable Only Memory*) yang dapat dihapus dan ditulisi sebanyak 1000 kali. Mikrokontroler ini diproduksi dengan menggunakan teknologi *high density non-volatile memory*. *Flash PEROM on-chip* tersebut memungkinkan memori program untuk diprogram dalam sistem (*in-system programming*) atau dengan menggunakan ner non-volatile memory konvensional. Kombinasi CPU 8 bit serba guna



dan Flash PEROM, menjadikan mikrokontroler MCS51 menjadi mikrokomputer handal yang fleksibel.

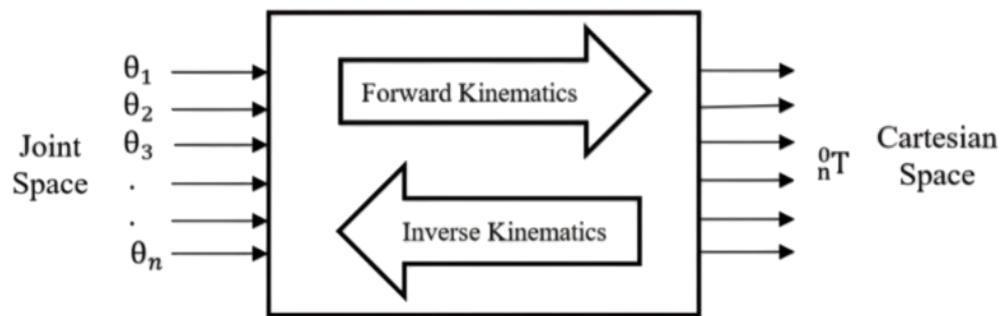
Mikrokontroler tersusun dalam satu chip dimana prosesor, memori, dan I/O terintegrasi menjadi satu kesatuan kontrol sistem sehingga mikrokontroler dapat dikatakan sebagai komputer mini yang dapat bekerja secara inovatif sesuai dengan kebutuhan sistem. Mikrokontroler adalah suatu alat elektronika digital yang mempunyai masukan dan keluaran serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus, cara kerja mikrokontroler sebenarnya membaca dan menulis data. Mikrokontroler tersusun dalam satu chip dimana prosesor, memori, dan I/O terintegrasi menjadi satu kesatuan kontrol sistem sehingga mikrokontroler dapat dikatakan sebagai komputer mini yang dapat bekerja secara inovatif sesuai dengan kebutuhan sistem.

2.6 Kinematika Robot

Kinematik merupakan pembelajaran pergerakan tubuh tanpa memperhitungkan gaya, torsi maupun moment tertentu yang menyebabkan pergerakan. Kinematika robot adalah studi analitis pergerakan lengan robot terhadap sistem kerangka koordinat acuan yang diam/bergerak tanpa memperhatikan gaya yang menyebabkan pergerakan tersebut (Yulianto, dkk. 2014). Model kinematika merepresentasikan hubungan *end effector* dalam ruang tiga dimensi dengan variabel sendi dalam ruang sendi (Setiawan, dkk. 2015). Dalam penggunaan teknologi lengan robot, ada istilah yang disebut dengan *Degree of Freedom* (DOF) atau derajat kebebasan. Secara umum DOF atau derajat kebebasan adalah jumlah arah yang independen yang dibutuhkan untuk menyatakan posisi dari setiap hubungan relatif terhadap link yang tetap. Jumlah DOF ditentukan oleh struktur kinematik manipulator, yang biasanya bertepatan dengan jumlah joint (bagian yang memungkinkan terjadinya gerakan pada dua bagian tubuh robot). Kinematika dibagi menjadi dua yaitu kinematika maju (*forward kinematics*) dan kinematika balik (*inverse kinematics*) adapun penjelasannya sebagai berikut:



Optimized using
trial version
www.balesio.com



Gambar 3 Gambar Cara Kerja Forward Kinematics dan Invers Kinematics

1. *Forward Kinematics*

Forward Kinematics adalah metode untuk menentukan orientasi dan posisi *end effector* dan biasanya selalu sudut sambungan dan panjang lengan robot. Maju persamaan kinematika diperoleh berdasarkan jumlah DOF dan jenis manipulator robot rantai kinematika (Purwoto, 2020).

2. *Invers Kinematics*

Invers Kinematics adalah merupakan kinematika terbalik yang lebih umum digunakan dalam lengan robot karena penggunaan robot yang sebenarnya karena pengaturan sambungan-sendi tidak lagi diutamakan. Fokus utama adalah bagaimana efektor akhir mencapai posisi objek dengan baik berdasarkan penempatan referensi koordinat yang telah ditentukan (Purwoto, 2020). *Invers* kinematika berfungsi untuk mengetahui besaran dari sudut sudut tiap *joint manipulator* robot ketika orientasi dan posisi dari *end effector* manipulator robot terhadap sumbu base telah diketahui.

2.7 Penelitian Terkait

Terdapat beberapa penelitian terkait yang terdahulu yang relevan dengan penelitian ini. Adapun beberapa penelitian terdahulu tersebut adalah:

1. Perancangan Alat Fisioterapi *Infrared* Dengan Sensor Suhu Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. Oleh Lalu Zaul Jana Haen., et al (2021).

Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengatur intensitas kecerahan lampu nerah berdasarkan pembacaan sensor suhu Ds18b20 dengan membatasi gan yang diberikan lampu melalui modul *AC Light Dimmer*. Jika suhu



melebihi 40°C maka akan meredupkan lampu inframerah dan akan menaikkan intensitasnya kembali jika suhunya sudah berada dibawah 40°C

2. Perancangan Alat Terapi Infra Merah Dengan Jangkauan Operasi 20 cm sampai 60 cm Berbasis Uno. Oleh Andika Pratama (2020).

Penelitian ini bertujuan untuk mengatur hidup dan mati lampu inframerah berdasarkan pembacaan sensor jarak HC-SR04 melalui modul *relay*. Jika jarak yang diukur berada dibawah 20 cm dan atau melebihi 60 cm maka lampu inframerah akan mati dan akan hidup jika jaraknya berada diantara 20 cm – 60 cm.

3. Rancang Bangun Alat *Infrared Therapy* Berbasis STM32 Untuk Deteksi Nyeri Otot. Oleh Achmad Fiqhi Ibadillah., et al (2022)

Penelitian ini bertujuan melihat pengaruh terapi inframerah terhadap otot yang mengalami tegang atau nyeri dengan stimulasi *handgrip* yang diukur dengan menggunakan sensor emg dan menggunakan metode VAS. Jadi penelitian ini dilakukan dengan mengukur tegangan otot pada saat setelah melakukan handgrip untuk melihat tegangan otot pada saat nyeri dan mengukur kembali pada saat setelah melakukan terapi.

4. Efektifitas Jarak Infra Merah Terhadap Ambang Nyeri. Oleh Yudha Wahyu Putra (2011)

Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh jarak terapi terhadap hasil terapi inframerah yang telah dilakukan. Penelitian dilakukan dengan 2 variasi jarak terapi yaitu pada jarak 35 cm dan 45 cm lalu dilihat pengaruh jarak dalam meningkatkan ambang nyeri dari pada penyinaran Infra merah.

5. Perancangan Alat Terapi Menggunakan Inframerah Berbasis Arduino. Oleh Fitria Priyulida, dkk. (2022)

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah sensor jarak dapat memberikan sinyal masukan ke mikrokontroler sesuai dengan kondisi nyala atau mati lampu infra merah. Pengambilan data dilakukan dengan mengukur paparan infra merah dengan jarak 10 cm 15 cm pada tubuh pasien pada waktu

tu.



Perbandingan penelitian terdahulu dengan penelitian yang dilakukan, disajikan dalam Tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1 Perbandingan dengan penelitian terkait

No.	Judul Penelitian	Kekurangan	Perbedaan
1.	Perancangan Alat Fisioterapi Infrared Dengan Sensor Suhu Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. (Lalu Zaul Jana Haen., et al. 2021)	Hanya menggunakan sensor suhu dan timer saja dimana pada penelitian ini tidak memperhatikan jarak objek terhadap alat fisioterapi.	Menggunakan 1 buah sensor jarak, yaitu sensor HC-SR04
2.	Perancangan Alat Terapi Infra Merah Dengan Jangkauan Operasi 20 cm sampai 60 cm Berbasis Uno (Andika Pratama , 2020)	Hanya menggunakan sensor jarak dan timer saja dimana pada penelitian ini tidak memperhatikan suhu objek yang terkena alat fisioterapi.	Menggunakan satu buah sensor suhu, yaitu sensor DS18B20
3.	Rancang Bangun Alat Infrared Therapy Berbasis STM32 Untuk Deteksi Nyeri Otot (Achmad Fiqhi Ibadillah., dkk. 2022)	Hanya menggunakan sensor otot untuk mendeteksi Nyeri Otot pada bagian tubuh yang akan dilakukan fisioterapi	Menggunakan 3 buah sensor, yaitu sensor jarak, sensor suhu, dan sensor otot
4.	Efektifitas Jarak Inframerah Terhadap Ambang Nyeri (Yudha Wahyu Putra. 2011)	Hanya terdiri atas lampu inframerah saja karena penelitian berfokus pada pengaruh jarak terhadap terapi inframerah	Menggunakan sensor-sensor dan mikrokontroler dalam sistem untuk mengatur proses terapi
5.	Perancangan Alat Terapi Menggunakan Inframerah Berbasis Arduino (Fitria Priyulida, dkk. 2022)	Hanya menggunakan sensor jarak sehingga pengukuran untuk suhu dilakukan dengan termometer	Menggunakan sensor suhu untuk mengukur suhu objek yang diterapi dan ditampilkan pada LCD

