

Rancang Bangun Alat Terapi Nyeri Lutut Berbasis Arduino

Wiliam Natalino Moa Ximenes^{1*}, Bayu Wahyudi², Patrisius Kusi Olla³

¹⁻³Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Semarang, Indonesia

Email: wiliamnatalino@stikessemarang.ac.id¹, bayuwahyudi@atemsemarang.ac.id²,
patrisiuskusiolla@stikessemarang.ac.id³

Alamat: Jl. Kol. Warsito Sugiarto Km 2,5 Gunungpati Semarang, Indonesia

Korespondensi penulis: wiliamnatalino@stikessemarang.ac.id*

Abstract. The knee is the largest joint in the human body. Like other joints, the knee consists of several structures, such as muscle cartilage, ligaments, tendons, and nerves. Almost all leg movements depend on the knee joint. Therefore, the Knee Brace or Health Knee Brace is a tool designed to provide stability support and reduce knee pain. The purpose of this study was to design and build an Arduino-based knee pain therapy tool and to test the safety and effectiveness of the tool in reducing knee pain. This tool is designed using Arduino Mega as a microcontroller, using a DS18B20 sensor that functions as a temperature reader on the Knee support which has a heater pad as a heat generator, a Vibration Motor as a vibration effect giver on the tool and a 2.4 TFT LCD Touch Screen as a display and a 12V adapter on this tool. According to the analysis of the tool made by the researcher, based on the results of the function and performance tests, the Arduino-based Knee Pain Therapy tool can function properly and safely.

Keywords : DS18B20 temperature sensor, Heater, Knee Pain, Knee Therapy.

Abstrak. Lutut merupakan sendi terbesar di dalam tubuh manusia. Sebagaimana sendi lainnya, lutut terdiri dari beberapa struktur, seperti kartilago otot, ligamen, tendon, dan saraf. Hampir semua pergerakan kaki bergantung pada sendi lutut. Oleh karena itu Knee Brace atau Deker lutut kesehatan adalah alat yang dirancang untuk memberikan dukungan stabilitas dan mengurangi nyeri pada lutut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan membangun alat terpi nyeri lutut berbasis arduino serta menguji keamanan dan efektivitas alat dalam mengurangi rasa nyeri pada lutut. Alat ini dirancang menggunakan menggunakan arduino mega sebagai mikrokontroler, menggunakan sensor DS18B20 yang berfungsi sebagai Pembaca suhu pada Knee support yang terdapat heater pad sebagai penghasil panas, Motor Vibrasi sebagai pemberi efek getaran pada alat dan LCD TFT 2.4 Touch Screen sebagai display serta adaptor bertegangan 12V pada alat ini. Menurut Analisa dari alat yang dibuat oleh peneliti, Berdasarkan hasil uji fungsi dan peforma alat Terapi Nyeri Lutut berbasisi Arduino dapat berfungsi dengan baik dan aman.

Kata kunci: Sensor suhu DS18B20, Heater, Nyeri Lutut, Terapi Lutut.

1. LATAR BELAKANG

Tubuh manusia terdiri dari berbagai sistem organ termasuk kerangka tubuh, sistem otot, sistem pernapasan, sistem peredaran darah dan lain-lain (Kurnianto, 2015). Sistem Kerangka adalah kumpulan tulang yang menyusun tubuh manusia dihubungkan oleh sendi. Ada berbagai jenis sendi dalam tubuh manusia yang menyebabkan anggota tubuh manusia bergerak bebas. Namun, ada beberapa kondisi yang menyebabkan kekakuan sendi. Beberapa di antaranya adalah karena kecelakaan, operasi, penyakit dan usia tua. Lutut merupakan sendi terbesar di dalam tubuh manusia (Setiono, 2022). Sebagaimana sendi lainnya, lutut terdiri dari beberapa struktur, seperti kartilago otot, ligamen, tendon, dan saraf. Hampir semua pergerakan kaki bergantung pada sendi lutut. Oleh karena itu, penting untuk mengetahui berbagai fungsi lutut agar kesadaran untuk menjaga kesehatan lutut dapat ditingkatkan. Cedera bisa menyebabkan

fungsi lutut tidak bekerja sebagaimana mestinya. Bahkan, lutut yang mengalami cedera bisa menimbulkan bunyi, rasa nyeri, memar, atau bengkak. Hal ini bisa disebabkan oleh banyak hal, mulai dari patah tulang hingga pergeseran tulang lutut (Kurniawan, 2023). Osteoarthritis merupakan peradangan pada sendi yang terjadi akibat kerusakan tulang rawan. Penyakit ini bisa menyerang sendi manapun, termasuk sendi lutut. Osteoarthritis di lutut menyebabkan penderitanya mengalami nyeri, kemerahan di kulit, sendi bengkak, dan terasa panas. Kondisi ini juga bisa menyebabkan bentuk sendi lutut kiri dan kanan tampak berbeda, baik ukuran maupun bentuknya (Maulina, 2017).

Knee Brace, juga dikenal sebagai pelindung atau Deker lutut kesehatan, adalah alat yang dirancang untuk memberikan dukungan dan stabilitas pada lutut. Alat ini sangat berguna bagi mereka yang mengalami masalah pada lutut, seperti nyeri, pengapuran (osteoarthritis), atau cedera lainnya. Secara keseluruhan, alat terapi yang akan dirancang melalui penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan kualitas hidup penderita cedera lutut di Indonesia, sekaligus menjadi inovasi dalam pengembangan teknologi kesehatan di Indonesia (Hidayat, 2023). Berdasarkan latar belakang diatas, penulis fokus terhadap penderita rematik yaitu dalam hal melakukan dan membantu aktivitas terapi sehari-hari. Sehubungan dengan penjelasan dan permasalahan di atas, penulis merasa tertarik untuk membuat alat sebaik mungkin untuk membantu penderita rematik, sebagai tugas akhir dengan judul “Rancang Bangun Alat Terapi Nyeri Lutut Berbasis Arduino”

2. KAJIAN TEORITIS

Teori Penunjang

Osteoarthritis

Osteoarthritis disebabkan oleh kerusakan pada tulang rawan dan sendi. Kondisi ini terjadi ketika tulang rawan yang merupakan bantalan pelindung tulang kehilangan elastisitasnya. Akibatnya, terjadi gesekan antartulang yang membuatnya lebih rentan mengalami kerusakan dan menyebabkan radang sendi. Radang sendi *Osteoarthritis* termasuk jenis yang paling sering terjadi. *Osteoarthritis* muncul akibat ada masalah di bagian lapisan tulang rawan. Bagi penderitanya, radang sendi ini akan menyebabkan sulit bergerak (Sitinjak, 2016).



Gambar 1. Sendi Lutut Normal dan Sendi Lutut Osteoarthritis

Faktor terjadinya Osteoarthritis

Osteoarthritis terjadi ketika tulang rawan yang melapisi ujung tulang di persendian berangsur-angsur memburuk. Tulang rawan adalah jaringan yang keras dan licin yang memungkinkan gerakan sendi yang hampir tanpa gesekan. Pada osteoarthritis, permukaan kartilago yang licin menjadi kasar. Akhirnya, jika tulang rawan benar-benar habis, yang tertinggal hanyalah tulang yang bergesekan dengan tulang (Syurrahmi, 2022). Ada beberapa faktor yang meningkatkan risiko seseorang mengalami osteoarthritis, seperti:

1. Lanjut usia.

Penelitian membuktikan bahwa kebanyakan penderita kondisi ini adalah orang dewasa berusia di atas 50 tahun. Faktor ini dapat mengakibatkan terjadinya penurunan kualitas dan juga elastisitas tulang rawan, yang akhirnya akan membuat gesekan terjadi lebih mudah.

2. Mengalami obesitas.

Mengalami obesitas atau terjadinya peningkatan berat berlebihan juga merupakan faktor risiko terjadinya osteoarthritis. Kelebihan berat badan akan yang menambah tekanan pada sendi, yang dalam jangka panjang, akan memberikan dampak buruk pada sendi.

3. aktivitas beban berat.

Tekanan berulang pada sendi, termasuk dari aktivitas fisik seperti mengangkat beban berat, dapat mempercepat kerusakan tulang rawan dan menyebabkan osteoarthritis. Aktivitas fisik yang berlebihan pada sendi tertentu sering kali menjadi faktor risiko, terutama jika dilakukan dalam jangka panjang tanpa postur atau teknik yang benar.

4. Mengalami cedera sendi.

Cedera pada sendi, baik itu karena kecelakaan atau aktivitas fisik berlebihan juga bisa menyebabkan osteoarthritis.

5. Kelainan genetik.

Adanya riwayat mengidap penyakit osteoarthritis dalam keluarga membuat faktor risiko Anda jadi lebih besar untuk terkena osteoarthritis. Kecenderungan ini dapat diwariskan dari generasi ke generasi dalam keluarga, tetapi polanya masih belum diketahui.(

www.royalprogress.com spesialisasi medis osteoarthritis)

Terapi Panas

Terapi panas (*thermotherapy*) merupakan pemberian aplikasi panas pada tubuh untuk mengurangi gejala nyeri akut maupun kronis (Hapsari, 2022). Terapi ini efektif untuk mengurangi nyeri yang berhubungan dengan ketegangan otot walaupun dapat juga dipergunakan untuk mengatasi berbagai jenis nyeri yang lain. Panas pada *fisioterapi* dipergunakan untuk meningkatkan aliran darah kulit dengan jalan melebarkan pembuluh darah yang dapat meningkatkan suplai oksigen dan nutrisi pada jaringan. Panas juga meningkatkan elastisitas otot sehingga mengurangi kekakuan otot (Manengke, 2019).

Perangkat Keras/ *Hardware*

Arduino Mega



Gambar 2. Arduino Mega

Arduino Mega merupakan papan sirkuit dengan chip mikrokontroler Atmega2560 dan memiliki jumlah pin paling banyak diantara semua jenis Arduino lainnya. Arduino Mega sangat cocok untuk membuat project yang kapasitas ruang dalam tempat rangkaiannya besar (Wahyudi, 2021). Kapasitas memori yang lebih besar dibandingkan Arduino jenis lain membuat Arduino Mega cocok untuk project yang menggunakan banyak modul sekaligus (Sasmoko, 2021).

Motor Vibrasi



Gambar 3. Motor Vibrasi

Motor Vibrasi merupakan perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Motor ini memerlukan suplai tegangan yang searah pada kumparan medan magnet untuk diubah menjadi energi mekanik (Septianto, 2015).

Berikut spesifikasi motor vibrasi secara lengkap adalah sebagai berikut :

1. Kecepatan : 8000 rpm
2. Tegangan : 12 V dc

Knee Pad Support



Gambar 4. Knee Pad Support

Knee pad support untuk nyeri lutut adalah alat kesehatan yang menopang dan menstabilkan sendi lutut, yang dapat membantu mengatasi nyeri lutut dan membantu pemulihan setelah cedera atau operasi (Hendrawan, 2024). Sendi lutut meliputi tulang, tulang rawan, ligamen, tendon, dan otot. Knee pad support menstabilkan struktur ini, mencegahnya bergerak terlalu banyak atau terlalu tiba-tiba (Pratama, 2019).

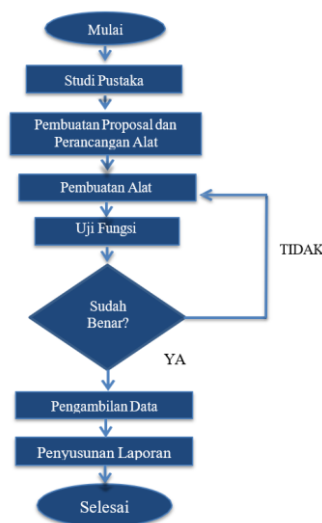
Sensor DS18B20



Gambar 5. Sensor Suhu DS18b20

DS18B20 memiliki 3 pin yang terdiri dari Vs, Ground dan Data Input/Output. Kaki Vs merupakan kaki tegangan sumber. Tegangan sumber untuk sensor suhu DS18B20 adalah sekitar 3V sampai 5.5V (Utama, 2016). Pada umumnya Vs diberikan tegangan +5V sesuai dengan tegangan kerja mikrokontroler. Kemudian kaki ground disambungkan dengan ground rangkaian.

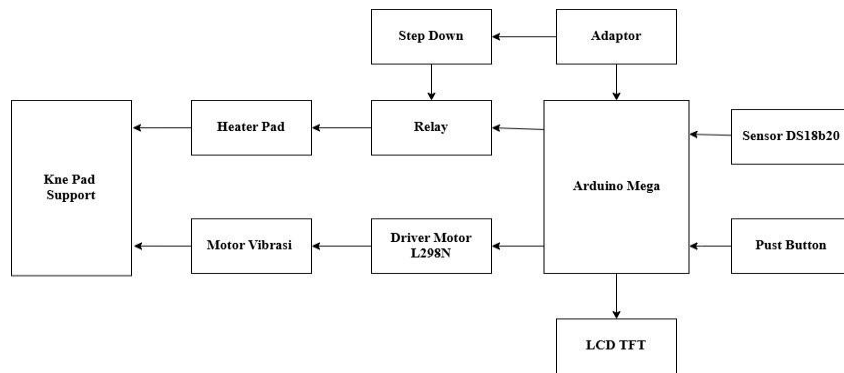
3. METODE PENELITIAN



Gambar 6 Flowchart penelitian

Berikut merupakan Gambar diatas Diagram Alir Penelitian yang peneliti lakukan dijelaskan pada flowchart diatas

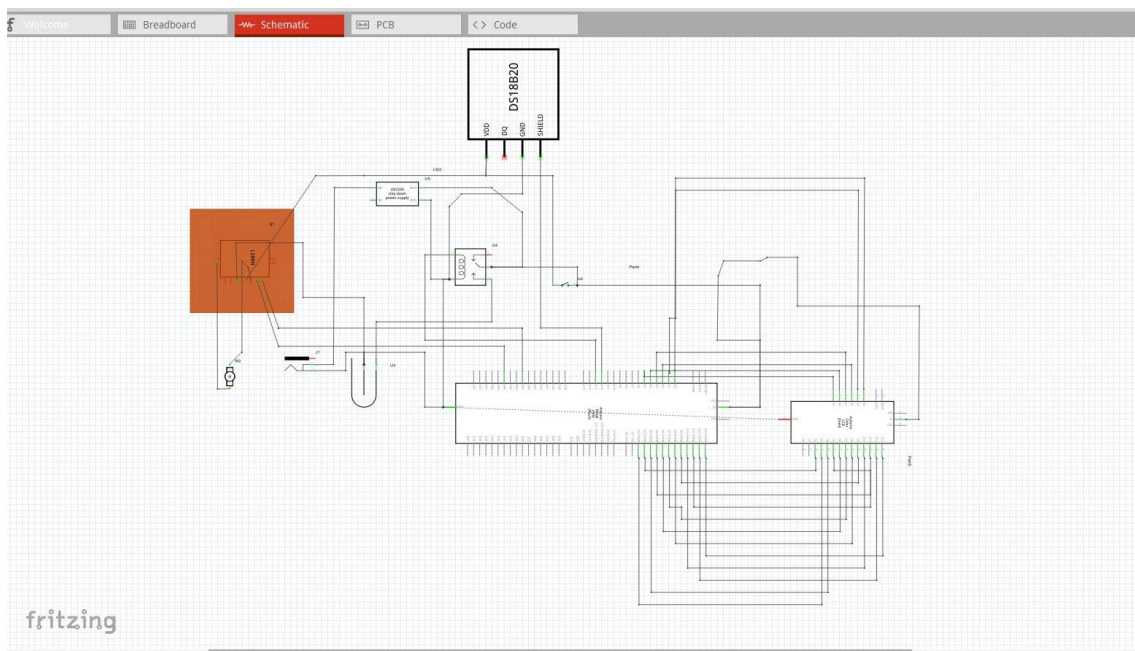
Blok Diagram Alat



Gambar 7 Blok Diagram Alat

Keterangan dari blok diagram pada gambar di atas adalah sebagai berikut. Adaptor 12 V berfungsi untuk menyuplai tegangan ke seluruh rangkaian. Sensor DS18B20 digunakan untuk membaca suhu pada knee pad support. Arduino Mega berperan sebagai otak penggerak alat yang mengatur seluruh proses kerja sistem. Driver motor L298N digunakan sebagai pengontrol motor vibrator, sedangkan motor vibrasi sendiri berfungsi memberikan getaran pada sendi lutut. Relay berfungsi sebagai pengontrol heater pad, dan heater pad DC berperan sebagai pemanas pada knee pad support. Modul step down merupakan rangkaian yang dapat menaikkan tegangan listrik untuk mendukung kerja relay. Knee pad support menjadi tempat kerja bagi sensor pembaca suhu dan heater. Terakhir, LCD TFT 2.4 touch screen berfungsi sebagai tampilan suhu yang terbaca dari sensor DS18B20 serta untuk melakukan pengaturan suhu yang diinginkan.

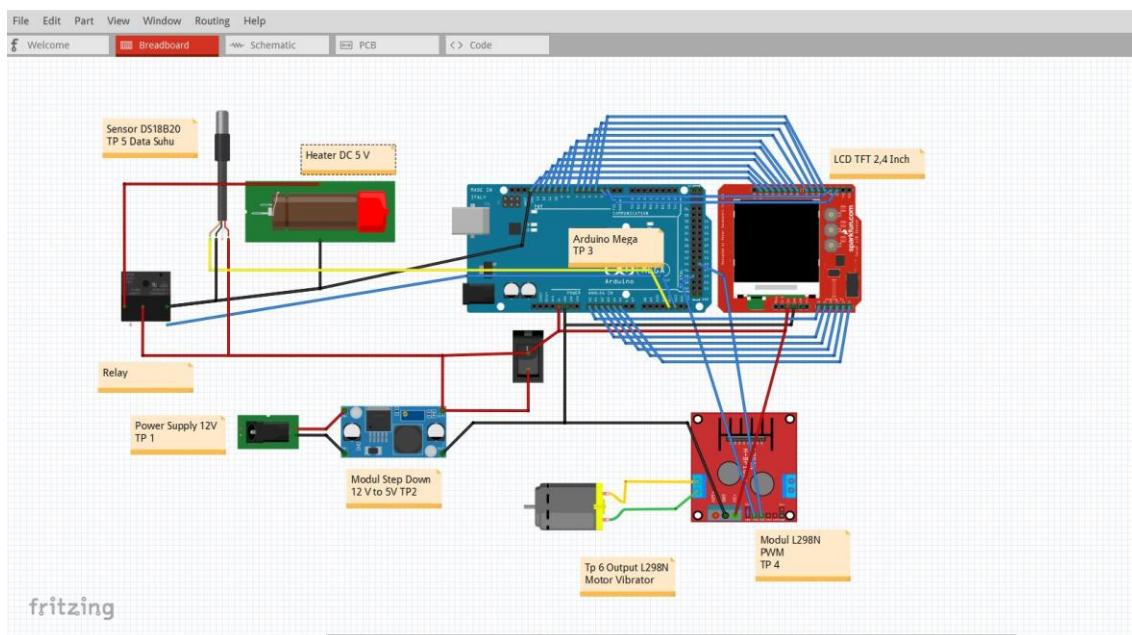
Wiring Diagram



Gambar 8 Wiring Diagram Alat

Pengambilan Data

Pengambilan data akan dilakukan dengan mengukur tegangan pada rangkaian, besarnya tegangan pada titik pengukuran yang diukur menggunakan Multimeter dan pengamatan. Titik pengukurannya adalah sebagai berikut :



Gambar 9. Diagram Titik Pengukuran Alat

Titik pengukuran pada alat ini dilakukan di beberapa bagian untuk memastikan tegangan sesuai kebutuhan komponen. Titik Pengukuran 1 (TP1) dilakukan pada tegangan yang keluar dari adaptor, yaitu sebesar 12V. Titik Pengukuran 2 (TP2) dilakukan pada output modul step down. Titik Pengukuran 3 (TP3) dilakukan dengan mengukur tegangan output dari Arduino. Titik Pengukuran 4 (TP4) dilakukan dengan mengukur tegangan output dari motor driver L298N. Titik Pengukuran 5 (TP5) dilakukan dengan mengukur tegangan input sensor DS18B20. Terakhir, Titik Pengukuran 6 (TP6) dilakukan dengan mengukur tegangan output dari LCD TFT 2.4 Touch Screen.

Selanjutnya, pada bagian desain alat, penulis merancang rangkaian dan tampilan fisik dari alat yang akan dibuat. Desain alat tersebut ditampilkan pada gambar di bawah ini.



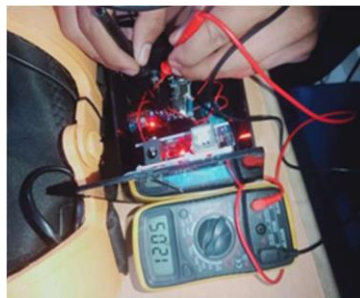
Gambar 10. Desain Alat

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode pengukuran yang akan dilakukan penulis adalah dengan mengukur tegangan ketika alat berfungsi, Setelah segala persiapan dan peralatan terpenuhi maka mulai dilakukan pengambilan data dengan melakukan pengukuran pada tiap-tiap titik pengukuran (TP). Dalam melakukan pengukuran pada hal ini penulis menggunakan multimeter.

Titik Pengukuran 1 (TP1)

Pengukuran yang dilakukan oleh peneliti pada sumber daya adaptor menggunakan multimeter digital dengan cara mengukur output dengan probe multimeter digital. Sebelum menyentuh probe, peneliti menempatkan selector DC pada multimeter. Hasil pengukurannya dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan Tabel 4.1.



Gambar 11. Titik Pengukuran 1

Tabel 1. Hasil Pengukuran 1

No	Hasil Pengukuran (V)	Rata Rata (V)	Datasheet (V)
1	12,5V	12,4 V	12 V
2	12,4V		
3	12,5V		

Dari hasil pengukuran yang dilakukan oleh penulis dapat diketahui bahwa adaptor biasanya beroperasi pada 12,4 V memiliki rentang tegangan yang umum antara sekitar 12,4 dan 12,5 V. Pengukuran tegangan pada 12,4 V menunjukkan bahwa Anda berada dalam kondisi yang baik dan normal sesuai dari spesifikasi dari datasheet.

Titik Pengukuran 2 (TP2)

Pengukuran yang dilakukan oleh peneliti pada sumber output modul charger-step Down menggunakan multimeter digital. Pada titik ini, peneliti mengukur tegangan output dari modul charger-step up yang berfungsi untuk menaikkan tegangan dari sumber daya (Adaptor) ke level yang diperlukan. Sebelum memulai pengukuran, peneliti memastikan selector multimeter diatur pada mode pengukuran DC, sesuai dengan jenis sinyal yang diukur. Probe multimeter kemudian diletakkan pada titik output dari modul charger untuk memperoleh hasil pengukuran tegangan yang akurat. Hasil pengukurannya dapat dilihat pada Gambar 4.2 dan Tabel 4.2.

**Gambar 12. Titik Pengukuran 2****Tabel 2 Hasil Pengukuran 2**

NO	Hasil pengukuran (V)	Rata Rata (V)	Datasheet (V)
1	4,85 V	4,85V	35 V
2	4,85 V		
3	4,85 V		

Pada output *modul charger step down* keluarannya dibuat 35 V dan pengukuran dilakukan dengan menggunakan multimeter digital sebanyak 3 kali dengan selisih tiap pengukuran selama 5 menit, Pada pengukuran output *modul charger step down* didapatkan hasil rata- rata 4,8 V. Tegangan *output* pada *modul charger step down* tersebut sudah sesuai dengan tegangan pada datasheet yaitu 5 V maka *modul charger step down* tersebut menunjukkan tegangannya normal.

Titik Pengukuran 3 (TP3)

Pengukuran yang dilakukan oleh peneliti pada input Arduino Mega menggunakan multimeter digital untuk memverifikasi tegangan yang diterima oleh input Arduino Mega pertama dalam rangkaian. Sebelum menyentuhkan probe, peneliti memastikan bahwa selector multimeter sudah diposisikan pada mode DC untuk mengukur tegangan searah. Probe multimeter diletakkan pada titik input Arduino mega untuk mendapatkan data tentang tegangan yang diberikan pada arduino mega tersebut, yang berfungsi untuk memastikan apakah \arduino mega mendapatkan tegangan yang sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan.

**Gambar 13 Titik Pengukuran 3****Tabel 3. Hasil Pengukuran 3**

No	Hasil Pengukuran (V)	Rata Rata (V)	DataSheet (V)
1	3,38 V	3,38 V	5V
2	3,38 V		
3	3,38 V		

Dari data yang diberikan, hasil pengukuran output Arduino menunjukkan nilai 3,38 V untuk setiap pengukuran, baik pada pengukuran pertama hingga ke tiga. Rata-rata nilai pengukuran pun tercatat sama, yaitu 3,38 V. Dengan kata lain, pengukuran ini konsisten dan tidak menunjukkan fluktuasi pada nilai output. Nilai pengukuran yang sama di seluruh titik data ini mengindikasikan bahwa output pada arduino berfungsi stabil dengan tegangan 3,38 V pada saat pengukuran.

Titik Pengukuran 4 (TP4)

Pengukuran yang dilakukan oleh peneliti pada input Motor Driver L298N menggunakan multimeter digital dengan cara yang sama seperti pada pengukuran input arduino mega. Multimeter diatur pada mode DC, dan probe diletakkan pada titik input driver motor untuk mengukur tegangan yang masuk ke Driver motor tersebut. Hal ini penting untuk memastikan bahwa Driver motor mendapatkan tegangan yang tepat agar dapat menyala dengan benar sesuai dengan desain rangkaian.



Gambar 14 Titik Pengukuran 4

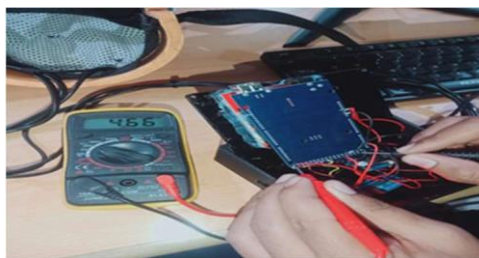
Tabel 4 Hasil Pengukuran 4

No	Hasil Pengukuran (V)	Rata Rata (V)	Datasheet (V)
1	4,73 V	4,72 V	5 V
2	4,7 V		
3	4,73 V		

Berdasarkan data yang diberikan, hasil pengukuran output Motor driver L298N menunjukkan tegangan yang konsisten sebesar 4,72 V pada setiap titik pengukuran. Nilai rata-rata pengukuran juga tercatat 4,7 V, pada datasheet untuk motor driver. Nilai pengukuran yang sama di seluruh titik data ini mengindikasikan bahwa Motor driver berfungsi stabil dengan output tegangan 4,72 V pada saat pengukuran.

Titik Pengukuran 5 (TP5)

Pengukuran yang dilakukan oleh peneliti pada input sensor DS18B20 bertujuan untuk memeriksa tegangan yang diterima oleh dalam rangkaian. Sama seperti pada pengukuran sebelumnya, peneliti memastikan selector multimeter diatur pada mode DC dan probe multimeter diletakkan pada titik input DS18B20 untuk mengukur tegangan yang diterima. Pengukuran ini penting untuk mengetahui apakah Ds18b20 mendapatkan tegangan yang cukup dan sesuai untuk kinerja alat.

**Gambar 15. Titik Pengukuran 5****Tabel 5. Hasil Pengukuran 5**

No	Hasil Pengukuran (V)	Rata Rata (V)	Datashet (V)
1	4,66 V	4,66 V	5,5 V
2	4,66 V		
3	4,66 V		

Dari data yang diberikan, hasil pengukuran output DS18b20 menunjukkan nilai 4,66 V untuk setiap pengukuran, baik pada pengukuran pertama hingga ketiga. Rata-rata nilai pengukuran pun tercatat sama, yaitu 4,66 V. Dengan kata lain, pengukuran ini konsisten dan tidak menunjukkan fluktuasi pada nilai output. Nilai pengukuran yang sama di seluruh titik data ini mengindikasikan bahwa sensor DS18b20 berfungsi stabil dengan output tegangan 4,66 V pada saat pengukuran.

Titik Pengukuran 6 (TP6)

Pengukuran yang dilakukan oleh peneliti pada input LCD TFT 2.4 Touch Screen bertujuan untuk memeriksa tegangan yang diterima oleh dalam rangkaian. Sama seperti pada pengukuran sebelumnya, peneliti memastikan selector multimeter diatur pada mode DC dan probe multimeter diletakkan pada titik input LCD TFT 2.4 Touch Screen untuk mengukur tegangan yang diterima. Pengukuran ini penting untuk mengetahui apakah LCD TFT 2.4 Touch Screen mendapatkan tegangan yang cukup dan sesuai untuk beroperasi.

**Gambar 16. Titik Pengukuran 6****Tabel 6 Hasil Pengukuran 6**

No	Hasil Pengukuran (V)	Rata Rata (V)	Datashet (V)
1	2,8 V	2,8 V	3 V
2	2,8V		
3	2,8V		

Dari data yang diberikan, hasil pengukuran output LCD TFT 2.4 Touch Screen menunjukkan nilai 2,8 V untuk setiap pengukuran, baik pada pengukuran pertama hingga ketiga. Rata-rata nilai pengukuran pun tercatat sama, yaitu 2.8 V. Dengan kata lain,

pengukuran ini konsisten dan tidak menunjukkan fluktuasi pada nilai output. Nilai pengukuran yang sama di seluruh titik data ini mengindikasikan bahwa LCD TFT 2.4 Touch Screen berfungsi stabil dengan output tegangan 2.8 V pada saat pengukuran.

Uji Fungsi dan Perfeorma alat

Uji fungsional dilakukan untuk mengetahui apakah alat Terapi Nyeri Lutut berbasis Arduino sudah dapat berfungsi dengan baik dan aman. Uji fungsi atau peforma alat dilakukan pada sukarelawan yang memiliki masalah pada sendi lutut. Hasil uji fungsional atau performa alat terapi nyeri lutut berbasis Arduino dapat ditunjukkan pada penjelasan berikut.

Percobaan 1

Percobaan pertama dilakukan pada relawan yang memiliki masalah pada sendi lutut akibat tingginya aktifitas yang dilakukan sehari- hari. Bukti dan hasil uji coba dapat dilihat pada tabel 4.7 dan gambar 4.7 Dibawah ini.



Gambar 17 Percobaan 1

Tabel 7 Hasil Percobaan 1

Mode	Efek Yang dihasilkan	
	Panas	Getar
Low	Tidak terasa	Tidak terasa
Medium	Hangat	Terasa
High	Sangat panas	Sangat kuat

Dari hasil uji coba yang pertama, relawan lebih menyukai mode Medium dikarenakan efek panas dan getar menimbulkan rasa hangat pada lutut, sehingga nyeri pada lutut bisa berkurang.

Percobaan 2

Percobaan kedua dilakukan pada relawan yang memiliki masalah pada sendi lutut akibat tingginya aktifitas yang dilakukan sehari-hari. Bukti dan hasil uji coba dapat dilihat pada tabel 4.8 Dan gambar 4.8 Dibawah ini.

**Gambar 18 Percobaan 2****Tabel 8 Hasil Percobaan 2**

Mode	Efek Yang dihasilkan	
	Panas	Getar
Low	Tidak terasa	Tidak terasa
Medium	Hangat	Terasa
High	Sangat panas	Sangat kuat

Dari hasil uji coba yang ke dua, relawan lebih menyukai mode Medium dikarenakan efek panas dan getar menimbulkan rasa hangat pada lutut, sehingga nyeri pada lutut bisa berkurang.

Percobaan ke 3

Percobaan ketiga dilakukan pada relawan yang memiliki masalah pada sendi lutut akibat tingginya aktifitas yang dilakukan sehari-hari. Bukti dan hasil uji coba dapat dilihat pada tabel 4.9 Dan gambar 4.9 Dibawah ini

**Gambar 19 Percobaan 3****Tabel 9 Hasil Percobaan 3**

Mode	Efek Yang dihasilkan	
	Panas	Getar
Low	Tidak terasa	Tidak terasa
Medium	Hangat	Terasa
High	Sangat panas	Sangat kuat

Dari hasil uji coba yang ketiga relawan lebih menyukai mode Medium dikarenakan efek panas dan getar menimbulkan rasa hangat pada lutut, sehingga nyeri pada lutut bisa berkurang.

Percobaan ke 4

Percobaan keempat dilakukan pada relawan yang memiliki masalah pada sendi lutut akibat tingginya aktifitas yang dilakukan sehari-hari. Bukti dan hasil uji coba dapat dilihat pada tabel 4.10 dan gambar 4.10 Dibawah ini.



Gambar 20 Percobaan 4

Tabel 10 Hasil Percobaan 4

Mode	Efek yang dihasilkan	
	Panas	Getar
Low	Tidak terasa	Tidak terasa
Medium	Hangat	Terasa
High	Sangat panas	Sangat kuat

Dari hasil uji coba yang keempat relawan lebih menyukai mode Medium dikarenakan efek panas dan getar menimbulkan rasa hangat pada lutut, sehingga nyeri pada lutut bisa berkurang.

Percobaan ke 5

Percobaan kelima dilakukan pada relawan yang memiliki masalah pada sendi lutut akibat tergelincir di jalan saat mengendarai motor . Bukti dan hasil uji coba dapat dilihat pada tabel 4.11 Dibawah ini.

Tabel 11 Hasil Percobaan 5

Mode	Efek yang dihasilkan	
	Panas	Getar
Low	Tidak terasa	Tidak terasa
Medium	Hangat	Terasa seperti kesemutan
High	Sangat panas	Sangat kuat

Dari hasil uji coba yang ke lima relawan lebih menyukai mode Medium dikarenakan efek panas dan getar menimbulkan rasa hangat pada lutut, sehingga nyeri pada lutut bisa berkurang.

Percobaan ke 6

Percobaan ke enam dilakukan pada relawan yang memiliki masalah pada sendi lutut akibat tingginya aktifitas yang dilakukan sehari-hari. Bukti dan hasil uji coba dapat dilihat pada tabel 4.12 dan gambar 4.12 Dibawah ini.

**Gambar 22 Percobaan 6****Tabel 12 Hasil Percobaan 6**

Mode	Efek yang dihasilkan	
	Panas	Getar
Low	Tidak terasa	Tidak terasa
Medium	Hangat	Terasa
High	Sangat panas	Sangat kuat

Dari hasil uji coba yang ke enam relawan lebih menyukai mode Medium dikarenakan efek panas dan getar menimbulkan rasa hangat pada lutut, sehingga nyeri pada lutut bisa berkurang.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah melakukan Rancang Bangun Alat Terapi Nyeri Lutut Berbasis Arduino, maka penulis dapat menyimpulkan sebagai berikut: Pada penelitian ini, penulis menggunakan arduino mega sebagai mikrokontroller, menggunakan sensor DS18B20 yang berfungsi sebagai Pembaca suhu pada Knee support yang terdapat heater pad, dan LCD TFT 2.4 Touch Screen sebagai display pada alat ini. Alat terapi nyeri lutut berbasis arduino ini telah melakukan uji fungsi. Uji fungsi tersebut meliputi uji komponen dan uji performa. Pada uji komponen peneliti melakukan pengujian pada tegangan output Adaptor 12 V, output modul step Dawn, Motor Driver, Relay, sensor DS18B20 dan LCD TFT 2.4 Touch Screen. Sedangkan pada uji performa peneliti menguji pada alat, apakah alat ini jika digunakan akan bekerja semestinya sesuai dengan mode yang dijalankan.

Saran

Secara umum Penelitian ini telah berjalan dengan baik. Namun ada beberapa hal yang perlu melakukan pengembangan untuk memaksimalkan fungsi alat ini, saran penulis kedepannya agar alat yang dibuat kedepannya lebih baik lagi, diantaranya: Peneliti menyarankan untuk memodifikasi desain alat agar mampu digunakan dalam Terapi Latihan Peneliti menyarankan untuk Penggunaan di aplikasi (IoT) untuk pengecekan pada pasien. Peneliti menyarankan untuk menambah fitur untuk menghentikan alat saat sedang bekerja tanpa harus mematikan alat..

DAFTAR REFERENSI

- Hapsari, A. I., Rosyid, F. N., & Irianti, A. D. (2022, August). Efektifitas thermo terapi (terapi hangat) untuk meredakan nyeri dada pada pasien *acute coronary syndrome* (ACS) di ruang ICCU RS Soeradji Tirtonegoro Klaten: Case report. In *Proceeding National Health Conference of Science* (pp. 20–28).
- Hendrawan, A., Setiyawati, D., Sabila Mahuri, A., D Aqiene, E., Nasrullah Ramadani, A., Amalia Ni'mah, A., ... & Amanda Luthfi, R. (2024). *Melangkah bersama fisioterapi: Jejak mahasiswa dalam membahas peran fisioterapi pada cedera muskuloskeletal*.
- Hidayat, S., Arief, Y. S., & Efendi, F. (2023). *Buku panduan budaya tidur beralaskan pasir berbasis transcultural nursing*. Airlangga University Press.
- Kurnianto, D. (2015). Menjaga kesehatan di usia lanjut. *Jurnal Olahraga Prestasi*, 11(2), 115–182.
- Kurniawan, A. R. I. F. (2023). *Perbandingan efektivitas stretching aktif dan pasif setelah masase terhadap penurunan nyeri, peningkatan ROM dan fungsi gerak pasca cedera lutut* [Skripsi, Universitas Negeri Yogyakarta].
- Manengke, O. K., Timah, S., & Kohdong, N. M. (2019). Perbandingan pemberian kompres dingin dan hangat terhadap nyeri pada pasien fraktur ekstremitas tertutup di Instalasi Gawat Darurat RS Bhayangkara Tk III Manado. *Journal of Community & Emergency*, 7(2), 244–254.
- Maulina, M. (2017). Kerusakan proteoglikan pada osteoarthritis. *Jurnal Ilmiah Sains, Teknologi, Ekonomi, Sosial dan Budaya*, 1(1).
- Pratama, A. D. (2019). Intervensi fisioterapi pada kasus osteoarthritis genu di RSPAD Gatot Soebroto. *Jurnal Sosial Humaniora Terapan*, 1(2), 5.
- Sasmoko, D. (2021). *Arduino dan sensor pada project Arduino DIY*. Penerbit Yayasan Prima Agus Teknik.
- Septianto, F., Widodo, A., & Sinaga, N. (2015). Analisa penurunan efisiensi motor induksi akibat cacat pada *cage ball* bantalan. *Jurnal Teknik Mesin*, 3(4), 397–407.
- Setiono, A., Gessal, J., & Damopolii, C. A. (2022). Tatalaksana rehabilitasi bursitis pada lutut. *Jurnal Medik dan Rehabilitasi*, 4(3).
- Sitinjak, V. M., Hastuti, M. F., & Nurfianti, A. (2016). Pengaruh senam rematik terhadap perubahan skala nyeri pada lanjut usia dengan osteoarthritis lutut. *Jurnal Keperawatan Padjadjaran*, 4(2).
- Syurrahmi, S., Luberto, P., Putri, A. R., Purwanti, L. L. F., & Wiguna, P. S. (2022). Pencegah masalah gerak dan fungsi tubuh pada masyarakat Tlogosari Wetan Pedurungan, Semarang. *Sejahtera: Jurnal Inspirasi Mengabdikan untuk Negeri*, 1(4), 132–138.
- Utama, Y. A. K. (2016). Perbandingan kualitas antar sensor suhu dengan menggunakan Arduino Pro Mini. *e-NARODROID*, 2(2).
- Wahyudi, B., Adella, D. J., & ABA, M. U. N. (2021). Analisis data berat badan dan panjang bayi dengan alat ukur panjang dan berat badan bayi berbasis Arduino. *Elektrika*, 13(2), 42–46.