

Simulasi Proteus Rangkaian Kendali Vibrator Terapi Otot Leher Berbasis Arduino

Proteus Simulation of Arduino-Based Neck Muscle Therapy Vibrator Control Circuit

¹Pebri Prihatmoko*, ²Victor Novianto, ³Kunnu Purwanto, ⁴Amirul Fickri

^{1,2,4}Universitas PGRI Yogyakarta, Indonesia

³Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Indonesia

Email : fibriprihatmoko123@gmail.com

Submisi: 04 Februari 2026; penerimaan: 30 Mei 2026; publikasi: 30 Juni 2026

Abstrak

Ketegangan dan nyeri pada otot leher merupakan masalah kesehatan yang sering dialami akibat postur kerja yang tidak ergonomis, aktivitas statis berkepanjangan, serta penggunaan perangkat elektronik secara berlebihan. Salah satu metode nonfarmakologis yang umum digunakan untuk mengurangi keluhan tersebut adalah terapi getaran menggunakan vibrator. Namun, diperlukan sistem kendali yang stabil, aman, dan terprogram agar terapi dapat bekerja secara optimal. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mensimulasikan rangkaian kendali vibrator terapi otot leher berbasis Arduino menggunakan perangkat lunak Proteus. Metode penelitian meliputi studi literatur, perancangan diagram blok sistem, perancangan rangkaian elektronik, pemrograman mikrokontroler Arduino, serta simulasi rangkaian menggunakan Proteus untuk menguji kinerja sistem. Sistem kendali dirancang menggunakan Arduino sebagai pengendali utama, modul driver motor sebagai pengatur daya vibrator, serta metode Pulse Width Modulation (PWM) untuk mengatur intensitas getaran. Hasil simulasi menunjukkan bahwa rangkaian kendali mampu mengatur kecepatan dan pola getaran vibrator sesuai dengan program yang ditentukan, serta bekerja secara stabil tanpa terjadi gangguan tegangan berlebih pada komponen. Selain itu, simulasi membuktikan bahwa penggunaan Proteus efektif dalam memvisualisasikan dan menganalisis kinerja sistem sebelum direalisasikan dalam bentuk perangkat keras. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa simulasi Proteus rangkaian kendali vibrator terapi otot leher berbasis Arduino dapat digunakan sebagai tahap awal yang efisien dan ekonomis dalam pengembangan alat terapi getaran yang terkontrol dan aman.

Kata kunci : Arduino, Proteus, Pulse Width Modulation

Abstract

Terdiri dalam bahasa inggris serta satu alinea, mencakup masalah, tujuan, metode, hasil dan kesimpulan, pada point ini tanpa di bold atau italic. (rata kanan kiri). [Font Times New Roman 10 bold] Neck muscle tension and pain are common health problems caused by non-ergonomic work postures, prolonged static activity, and excessive use of electronic devices. One common non-pharmacological method used to reduce these complaints is vibration therapy using a vibrator. However, a stable, safe, and programmable control system is required for the therapy to work optimally. This study aims to design and simulate an Arduino-based neck muscle therapy vibrator control circuit using Proteus software. The research methods include literature review, system block diagram design, electronic circuit design, Arduino microcontroller programming, and circuit simulation using Proteus to test system performance. The control system was designed using Arduino as the main controller, a motor driver module as the vibrator power regulator, and the Pulse Width Modulation (PWM) method to regulate the vibration intensity. The simulation results show that the control circuit is able to regulate the speed and vibration pattern of the vibrator according to the specified program, and works stably without excessive voltage disturbances on the components. In addition, the simulation proves that the use of Proteus is effective in visualizing and analyzing system performance before being realized in hardware form. The conclusion of this study is that the Proteus simulation of the Arduino-based neck muscle therapy vibrator control circuit can be used as an efficient and economical initial stage in the development of a controlled and safe vibration therapy device.

Keywords: Arduino, Proteus, Pulse Width Modulation

Pendahuluan

Gangguan pada otot leher merupakan salah satu permasalahan kesehatan yang sering dialami oleh masyarakat modern, terutama akibat aktivitas statis dalam waktu lama, postur kerja yang kurang ergonomis, serta penggunaan perangkat elektronik secara berlebihan. Kondisi ini dapat menyebabkan ketegangan otot, nyeri leher, keterbatasan gerak, hingga menurunnya produktivitas kerja. Salah satu metode nonfarmakologis yang umum digunakan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah terapi getaran (vibration therapy), yang berfungsi untuk merelaksasi otot, meningkatkan sirkulasi darah, serta mengurangi rasa nyeri.

Perkembangan teknologi elektronika dan sistem kendali memungkinkan perancangan alat terapi yang lebih efektif, efisien, dan terjangkau. Penggunaan mikrokontroler, khususnya Arduino, memberikan kemudahan dalam pengendalian sistem secara terprogram, baik dari segi pengaturan intensitas getaran maupun durasi terapi. Arduino juga bersifat open-source, mudah diprogram, serta banyak digunakan dalam pengembangan alat kesehatan skala kecil dan media pembelajaran.

Dalam proses perancangan perangkat elektronika, tahap simulasi memegang peranan penting sebelum dilakukan implementasi perangkat keras. Simulasi bertujuan untuk meminimalkan kesalahan desain, mengurangi risiko kerusakan komponen, serta meningkatkan efisiensi waktu dan biaya. Salah satu perangkat lunak simulasi yang banyak digunakan adalah Proteus, karena mampu mensimulasikan rangkaian elektronika sekaligus menjalankan program mikrokontroler secara langsung.

Berdasarkan hal tersebut, diperlukan suatu penelitian yang mengkaji simulasi rangkaian kendali vibrator terapi otot leher berbasis Arduino menggunakan Proteus sebagai langkah awal dalam pengembangan alat terapi yang aman,

efektif, dan mudah diaplikasikan. Penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi media pembelajaran dalam bidang elektronika terapan dan sistem kendali berbasis mikrokontroler.

Urgensi penelitian ini didasarkan pada meningkatnya kebutuhan akan perangkat terapi sederhana yang dapat membantu mengurangi keluhan otot leher tanpa harus bergantung pada terapi medis yang mahal. Selain itu, masih terbatasnya pengembangan alat terapi berbasis mikrokontroler dalam lingkup pendidikan dan penelitian terapan menjadi alasan perlunya kajian ini dilakukan.

Secara rasional, penggunaan Arduino sebagai pusat kendali dipilih karena fleksibel, ekonomis, dan mudah dikembangkan. Sementara itu, penggunaan Proteus sebagai media simulasi memberikan keuntungan dalam proses perancangan, pengujian logika rangkaian, serta validasi program sebelum diwujudkan dalam bentuk perangkat keras. Dengan demikian, penelitian ini memiliki nilai strategis baik dari sisi akademik maupun aplikatif.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mensimulasikan rangkaian kendali vibrator terapi otot leher berbasis mikrokontroler Arduino menggunakan perangkat lunak Proteus. Melalui penelitian ini diharapkan dapat diperoleh desain sistem kendali yang mampu mengatur kerja vibrator secara efektif sesuai dengan kebutuhan terapi, baik dari segi waktu maupun intensitas getaran. Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja rangkaian melalui simulasi sehingga dapat diketahui tingkat keberhasilan sistem sebelum direalisasikan dalam bentuk perangkat keras. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar pengembangan alat terapi otot leher yang sederhana, aman, dan aplikatif, serta dapat dimanfaatkan sebagai media pembelajaran pada bidang elektronika terapan dan sistem kendali berbasis mikrokontroler.

Terapi getaran merupakan salah satu metode terapi nonfarmakologis yang

digunakan untuk membantu meredakan ketegangan otot, meningkatkan sirkulasi darah, serta mengurangi rasa nyeri pada jaringan otot. Getaran mekanis dengan frekuensi dan amplitudo tertentu dapat merangsang otot dan jaringan lunak sehingga memberikan efek relaksasi dan mempercepat pemulihan otot, khususnya pada area leher dan bahu yang sering mengalami kelelahan akibat aktivitas statis dalam waktu lama [1]. Terapi ini banyak digunakan dalam bidang fisioterapi dan rehabilitasi karena relatif aman serta mudah diaplikasikan.

Perkembangan teknologi mikrokontroler memungkinkan perancangan alat terapi yang lebih terkontrol dan fleksibel. Arduino merupakan salah satu platform mikrokontroler yang paling banyak digunakan dalam pengembangan sistem elektronik karena bersifat open source, mudah diprogram, serta memiliki dukungan perangkat keras dan perangkat lunak yang luas [2]. Arduino mampu mengendalikan berbagai aktuator, termasuk motor getar (vibrator), dengan pengaturan waktu dan intensitas yang dapat disesuaikan sesuai kebutuhan terapi. Hal ini menjadikan Arduino sangat cocok digunakan dalam pengembangan alat terapi otot berbasis sistem kendali elektronik.

Dalam perancangan sistem elektronika, tahap simulasi menjadi bagian penting sebelum realisasi perangkat keras. Proteus merupakan perangkat lunak simulasi yang mampu memadukan rangkaian elektronika dengan pemrograman mikrokontroler secara virtual. Melalui simulasi Proteus, perancang dapat menguji kinerja rangkaian, memverifikasi logika program, serta mengidentifikasi kesalahan desain tanpa harus merakit komponen secara langsung [3]. Penggunaan Proteus juga dapat menghemat biaya dan waktu pengembangan, sekaligus meningkatkan keandalan sistem yang akan direalisasikan.

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa simulasi berbasis Arduino dan Proteus efektif digunakan dalam pengembangan alat kesehatan sederhana, termasuk alat terapi dan sistem monitoring. Pendekatan ini dinilai mampu menghasilkan sistem yang lebih terkontrol, aman, serta mudah dikembangkan lebih lanjut [4]. Oleh karena itu, penelitian mengenai simulasi rangkaian kendali vibrator terapi otot leher berbasis Arduino memiliki landasan teoritis dan praktis yang kuat serta relevan untuk dikembangkan sebagai solusi teknologi kesehatan berbasis elektronika terapan.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode rekayasa (engineering research) dengan pendekatan simulasi dan perancangan sistem berbasis mikrokontroler Arduino. Penelitian difokuskan pada perancangan dan pengujian rangkaian kendali vibrator terapi otot leher menggunakan perangkat lunak Proteus sebagai media simulasi sebelum direalisasikan dalam bentuk perangkat keras. Metode ini dipilih untuk memperoleh sistem yang aman, efisien, dan sesuai dengan kebutuhan terapi otot leher.

Tahap awal penelitian diawali dengan studi literatur, yang bertujuan untuk memperoleh dasar teori mengenai terapi getar (vibration therapy), karakteristik kerja motor vibrator, prinsip kerja mikrokontroler Arduino, serta penggunaan software Proteus dalam simulasi rangkaian elektronika. Studi literatur juga mencakup kajian tentang intensitas getaran yang aman untuk terapi otot leher serta metode pengendalian kecepatan motor DC.

Tahap berikutnya adalah perancangan sistem kendali vibrator. Pada tahap ini dilakukan perancangan blok diagram sistem yang terdiri dari catu daya, mikrokontroler Arduino, rangkaian driver motor, motor vibrator, serta antarmuka pengendali. Perancangan juga mencakup penentuan metode kendali kecepatan

motor menggunakan sinyal Pulse Width Modulation (PWM) dari Arduino, sehingga intensitas getaran dapat diatur sesuai kebutuhan terapi.

Selanjutnya dilakukan perancangan rangkaian dan simulasi menggunakan software Proteus. Rangkaian yang telah dirancang kemudian disimulasikan untuk mengetahui kinerja sistem secara virtual, meliputi respon motor terhadap variasi sinyal PWM, kestabilan sistem, serta kesesuaian logika program dengan keluaran yang dihasilkan. Pada tahap ini juga dilakukan penulisan dan pengujian program Arduino untuk mengendalikan kecepatan dan waktu kerja motor vibrator.

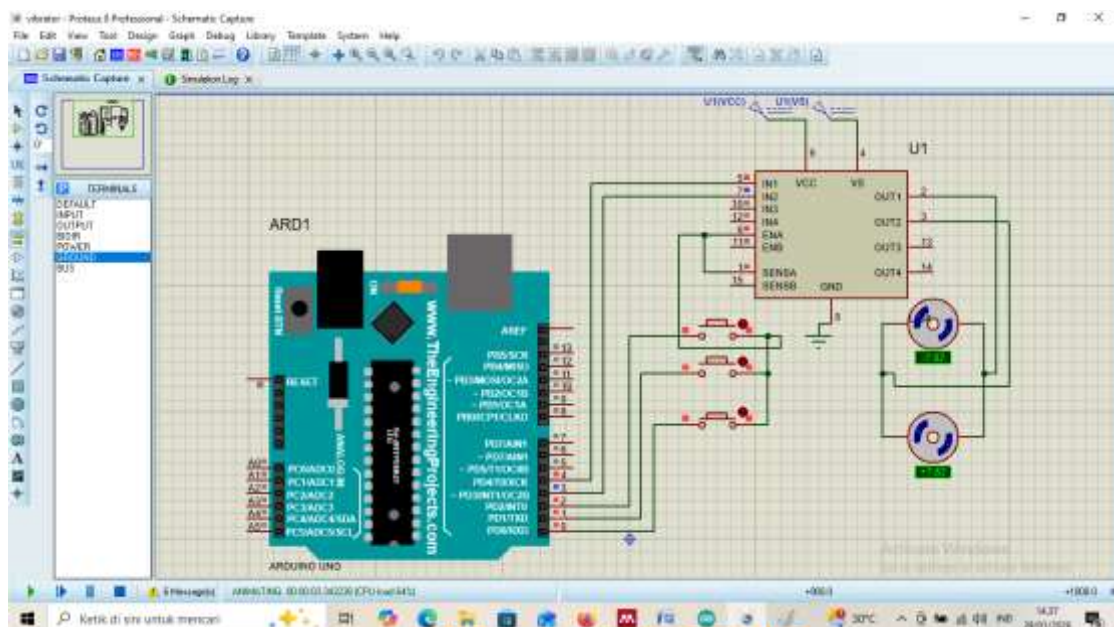
Tahap berikutnya adalah pengujian dan analisis hasil simulasi. Pengujian dilakukan dengan mengamati perubahan kecepatan motor terhadap variasi nilai PWM yang diberikan, serta kestabilan sistem selama simulasi berlangsung. Data hasil simulasi dianalisis untuk mengetahui

tingkat keberhasilan sistem dalam mengontrol getaran sesuai dengan parameter yang dirancang. Hasil analisis digunakan untuk mengevaluasi keandalan rangkaian dan efektivitas metode kendali yang digunakan.

Tahap akhir penelitian adalah penyusunan kesimpulan dan rekomendasi pengembangan. Pada tahap ini dilakukan penarikan kesimpulan berdasarkan hasil simulasi serta pemberian rekomendasi untuk pengembangan lebih lanjut, baik dalam bentuk implementasi perangkat keras nyata maupun pengembangan fitur tambahan seperti pengaturan level terapi atau penggunaan sensor pendukung.

Melalui metode penelitian ini, diharapkan dapat dihasilkan rancangan dan simulasi sistem kendali vibrator terapi otot leher berbasis Arduino yang berfungsi dengan baik, aman, dan dapat dijadikan dasar untuk pengembangan alat terapi sederhana berbasis mikrokontroler.

Hasil dan Pembahasan



Gambar 1. Simulasi dengan PWM 100

Pada percobaan pertama nilai PWM (Pulse Width Modulation) sebesar 100 pada sistem kendali motor berbasis Arduino merepresentasikan sekitar 39%

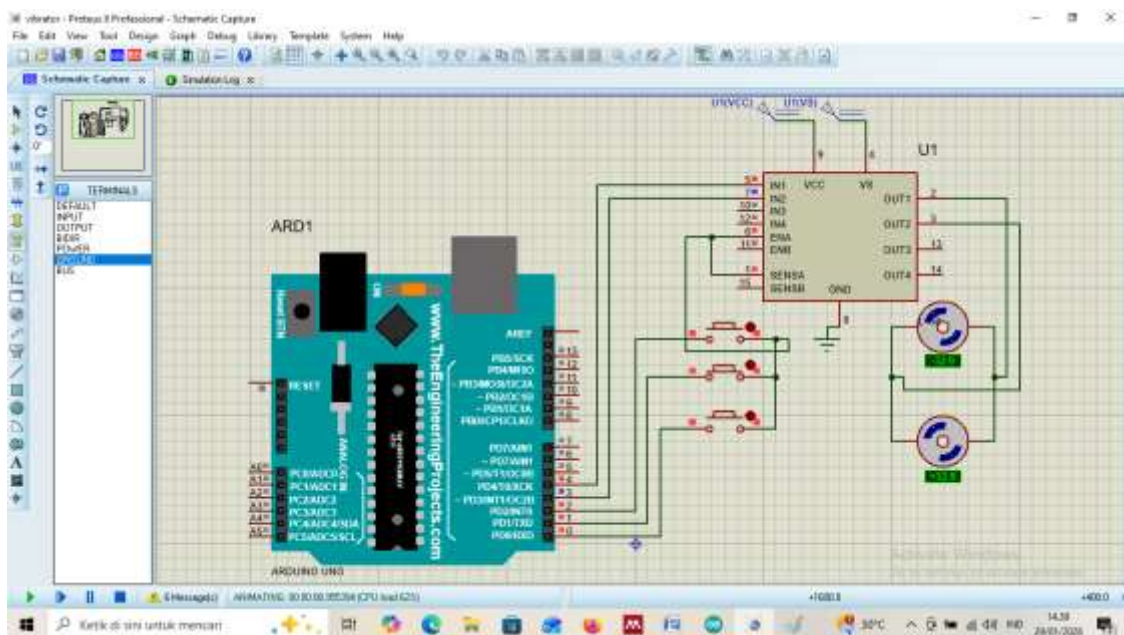
dari nilai maksimum PWM (255). Pada nilai ini, tegangan efektif yang diberikan ke motor menjadi lebih rendah dibandingkan tegangan suplai penuh,

sehingga motor berputar dengan kecepatan yang relatif lambat. Berdasarkan hasil simulasi, kondisi ini menghasilkan kecepatan putaran motor sebesar ± 8 RPM.

Kecepatan 8 RPM termasuk dalam kategori vibrasi berkecepatan rendah (low-frequency vibration). Dalam konteks terapi otot, vibrasi dengan kecepatan rendah umumnya berada pada rentang 5–15 RPM, yang berfungsi untuk memberikan efek relaksasi, meningkatkan sirkulasi darah lokal, serta mengurangi ketegangan otot tanpa menimbulkan rangsangan berlebih. Oleh karena itu, kecepatan 8 RPM dapat

dikategorikan sebagai getaran ringan yang aman dan nyaman untuk terapi otot leher.

Hubungan antara PWM dan kecepatan motor bersifat berbanding lurus, di mana peningkatan nilai PWM akan meningkatkan duty cycle sinyal, sehingga daya listrik yang diterima motor juga meningkat. Pada PWM 100, energi yang diberikan cukup untuk menghasilkan putaran stabil namun tidak terlalu cepat, sehingga getaran yang dihasilkan tidak menimbulkan efek kejutan atau ketidaknyamanan bagi pengguna.



Gambar 2. Simulasi dengan PWM 170

Pada percobaan kedua nilai PWM (Pulse Width Modulation) sebesar 170 menunjukkan sekitar 66,7% dari nilai maksimum PWM (255). Pada kondisi ini, sinyal PWM memberikan tegangan efektif yang lebih besar ke motor dibandingkan PWM rendah, sehingga motor menghasilkan putaran yang lebih cepat. Berdasarkan hasil simulasi yang dilakukan, nilai PWM 170 menghasilkan kecepatan putaran motor sebesar ± 32 RPM.

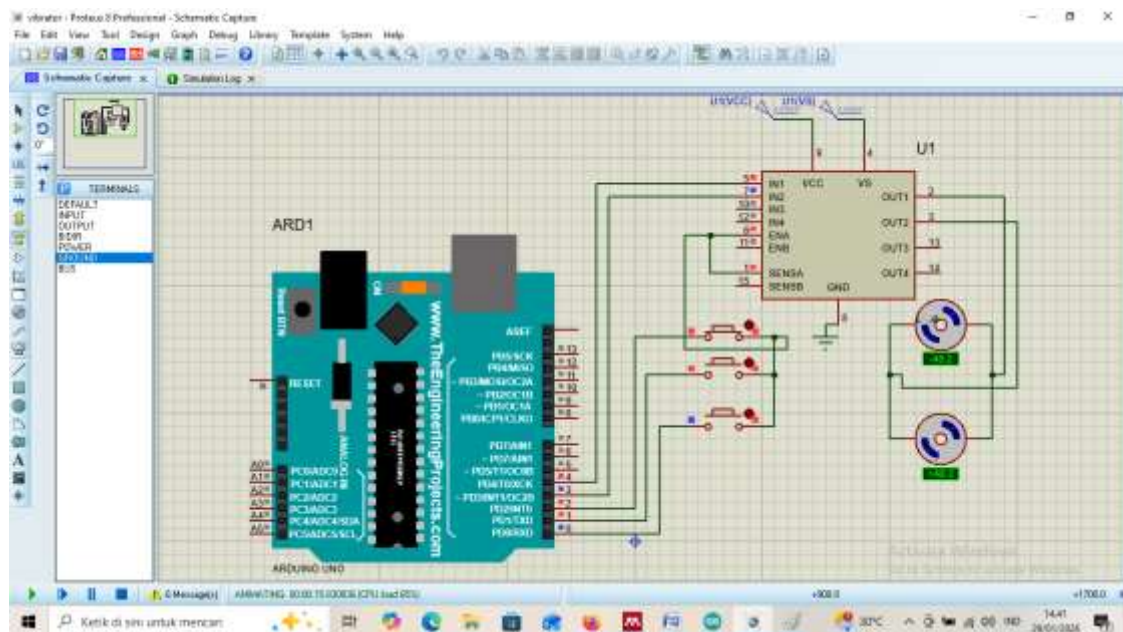
Kecepatan 32 RPM termasuk dalam kategori vibrasi kecepatan menengah (medium-frequency vibration). Pada rentang ini, getaran yang dihasilkan cukup

kuat untuk memberikan stimulasi otot yang lebih intens dibandingkan vibrasi rendah, namun masih berada dalam batas aman untuk penggunaan terapi. Vibrasi dengan kecepatan menengah umumnya dimanfaatkan untuk membantu melancarkan peredaran darah, mengurangi kekakuan otot, serta meningkatkan relaksasi jaringan otot secara lebih efektif.

Secara teknis, hubungan antara PWM dan kecepatan motor bersifat linier, di mana peningkatan nilai PWM akan meningkatkan duty cycle sinyal, sehingga daya listrik yang diterima motor bertambah. Pada PWM 170, motor menerima energi yang cukup untuk

menghasilkan putaran stabil tanpa menyebabkan lonjakan arus yang berlebihan. Hal ini menunjukkan bahwa

sistem kendali mampu bekerja secara optimal dalam menghasilkan variasi intensitas getaran.



Gambar 3. Simulasi dengan PWM 255

Pada percobaan ketiga nilai PWM (Pulse Width Modulation) sebesar 255 merupakan nilai maksimum yang dapat diberikan oleh mikrokontroler Arduino, yang berarti duty cycle mencapai 100%. Pada kondisi ini, motor menerima tegangan penuh dari sumber daya sehingga bekerja pada performa maksimalnya. Berdasarkan hasil simulasi yang dilakukan, nilai PWM 255 menghasilkan kecepatan putaran motor sebesar ± 48 RPM.

Kecepatan 48 RPM termasuk dalam kategori vibrasi kecepatan tinggi (high-frequency vibration). Pada tingkat ini, getaran yang dihasilkan cukup kuat dan intens, sehingga memberikan stimulasi maksimal pada otot. Vibrasi dengan kecepatan tinggi umumnya digunakan untuk terapi otot yang mengalami kekakuan tinggi atau untuk membantu meningkatkan aliran darah secara signifikan dalam waktu singkat.

Secara teknis, peningkatan nilai PWM hingga maksimum menyebabkan peningkatan tegangan efektif dan arus yang mengalir ke motor, sehingga torsi

dan kecepatan putar motor meningkat secara signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa sistem kendali berbasis Arduino mampu memberikan respons yang baik terhadap perubahan nilai PWM dan menghasilkan variasi kecepatan yang sesuai dengan perintah program.

Namun demikian, penggunaan vibrasi pada tingkat tinggi perlu diperhatikan dari sisi keamanan dan kenyamanan pengguna. Getaran yang terlalu kuat jika digunakan dalam waktu lama dapat menyebabkan ketidaknyamanan atau kelelahan otot. Oleh karena itu, mode vibrasi tinggi lebih sesuai digunakan dalam durasi singkat atau pada tahap terapi tertentu yang membutuhkan stimulasi maksimal.

Dengan demikian, nilai PWM 255 yang menghasilkan kecepatan 48 RPM dapat dikategorikan sebagai mode vibrasi tinggi, yang berfungsi untuk memberikan efek terapi yang lebih kuat, meningkatkan sirkulasi darah, dan membantu meredakan ketegangan otot secara lebih intensif.

Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil perancangan, simulasi, dan analisis sistem kendali vibrator terapi otot leher berbasis Arduino, dapat disimpulkan bahwa variasi nilai Pulse Width Modulation (PWM) memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kecepatan putaran motor dan intensitas vibrasi yang dihasilkan. Sistem yang dirancang mampu bekerja secara stabil dan responsif terhadap perubahan nilai PWM, sehingga dapat digunakan sebagai dasar pengembangan alat terapi berbasis mikrokontroler.

Pada pengujian dengan PWM 100, motor menghasilkan kecepatan sekitar 8 RPM, yang termasuk dalam kategori vibrasi kecepatan rendah. Pada kondisi ini, motor menghasilkan getaran yang halus dan stabil, sehingga sangat sesuai digunakan untuk tahap awal terapi atau relaksasi otot leher. Vibrasi rendah ini efektif untuk membantu mengurangi ketegangan ringan, meningkatkan kenyamanan, serta meminimalkan risiko iritasi atau kelelahan otot akibat getaran berlebih.

Selanjutnya, pada pengujian PWM 170, kecepatan motor meningkat menjadi sekitar 32 RPM, yang tergolong sebagai vibrasi kecepatan menengah. Mode ini menghasilkan getaran yang lebih kuat dibandingkan mode rendah, namun masih berada dalam batas aman dan nyaman untuk penggunaan terapi. Vibrasi pada tingkat ini efektif untuk membantu melancarkan sirkulasi darah, mengurangi kekakuan otot, serta memberikan stimulasi yang lebih optimal bagi jaringan otot leher. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan tingkat terapi yang lebih adaptif sesuai kebutuhan pengguna.

Pada pengujian dengan PWM 255, motor bekerja pada kondisi maksimum dengan kecepatan sekitar 48 RPM, yang dikategorikan sebagai vibrasi kecepatan tinggi. Mode ini menghasilkan getaran paling kuat dan intensif, sehingga cocok digunakan untuk terapi dengan durasi singkat atau pada kondisi otot yang memerlukan stimulasi lebih besar. Namun,

penggunaan pada tingkat ini perlu dikontrol dengan baik karena getaran yang terlalu tinggi dalam waktu lama berpotensi menimbulkan ketidaknyamanan atau kelelahan otot.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa hubungan antara nilai PWM dan kecepatan motor bersifat linier dan dapat dikontrol dengan baik menggunakan mikrokontroler Arduino. Sistem yang dirancang mampu menghasilkan tiga tingkat vibrasi utama, yaitu rendah, menengah, dan tinggi, yang masing-masing memiliki fungsi terapeutik yang berbeda. Dengan demikian, sistem kendali vibrator terapi otot leher berbasis Arduino ini dinilai layak untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai alat terapi sederhana yang efektif, fleksibel, dan mudah diimplementasikan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penelitian yang berjudul *“Simulasi Proteus Rangkaian Kendali Vibrator Terapi Otot Leher Berbasis Arduino”* dapat diselesaikan dengan baik. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pihak program studi dan fakultas yang telah memberikan dukungan fasilitas. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada rekan-rekan yang telah membantu dalam diskusi dan pelaksanaan penelitian, serta kepada keluarga yang senantiasa memberikan doa dan dukungan moral. Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih memiliki keterbatasan, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi penyempurnaan di masa mendatang. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan penerapan teknologi di bidang elektronika dan kesehatan.

Referensi

Arena, U. (2012) 'Process and technological aspects of municipal solid waste gasification: A review', *Waste Management*, 32(4), pp. 625–639.

Basu, P. (2013) *Biomass Gasification, Pyrolysis and Torrefaction: Practical Design and Theory*. Oxford: Academic Press.

International Renewable Energy Agency (IRENA). (2016) *Measuring Small-Scale Biogas and Waste-to-Energy Solutions*. Abu Dhabi: IRENA.

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. (2020) *Rencana Umum Energi Nasional (RUEN)*. Jakarta: KESDM.

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. (2021) *Jakstranas Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga*. Jakarta: KLHK.

Nugraha, A., Prasetyo, E. and Widodo, S. (2019) 'Rancang bangun pembangkit listrik tenaga sampah skala kecil berbasis teknologi tepat guna', *Jurnal Rekayasa Energi*, 8(2), pp. 85–92.

Sudrajat, R. (2017) 'Pengelolaan sampah berbasis masyarakat dan potensi energi terbarukan', *Jurnal Lingkungan dan Pembangunan*, 3(1), pp. 45–53.

Surono, U.B. (2016) 'Berbagai metode konversi sampah menjadi energi', *Jurnal Teknik Mesin*, 6(1), pp. 32–40.

Tchobanoglous, G. and Kreith, F. (2002) *Handbook of Solid Waste Management*. New York: McGraw-Hill.

World Bank. (2018) *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste*

Management to 2050. Washington, DC: World Bank.

Yuliani, S. and Hadi, S. (2020) 'Edukasi energi terbarukan berbasis lingkungan pendidikan', *Jurnal Pendidikan Lingkungan*, 12(2), pp. 101–110.