Vidya Karya
https://ppjp.ulm.ac.id/journal/index.php/JVK/index
Vol 37 No 2 Tahun 2022

ISSN (print): 0215-9619
ISSN (online): 2614-7149

PENGEMBANGAN ALAT UKUR SUHU BERBASIS *MIKROKONTROLER ARDUINO NANO* SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN PADA MATERI SUHU DAN KALOR

Ade Tri Detasari, Soka Hadiati*, dan Eti Sukadi
Program Studi Pendidikan Fisika/Fakultas Pendidikan MIPA dan Teknologi/IKIP PGRI Pontianak, Indonesia
**sokahadiati@gmail.com*

Abstract. *The development of temperature measuring instruments based on the Arduino nano microcontroler as a learning medium for temperature and heat materials aims to determine the feasibility based on the assessment of media experts and material experts and to determine student responses to its use. This study uses a 4D model consisting of data analysis stage, product design stage, product manufacturing stage and product validation and testing stages. This study tested the feasibility of learning media and the concept of temperature and heat by 2 media xpert validators and 1 material expert validator. In addition, this study also looked at student responses from 29 students at SMA Negeri 1 Sepauk, Sintang Regency to the use of learning media developed using a questionnaire. Based on the results of the assessment carried out by the media expert validator, it can be concluded that the temperature measuring instrument based on the Arduino nano microcontroler as a learning medium on temperature and heat material obtained an average score of 89.55% with a very feasible category and the results of the assessment carried out by the material expert validator obtained an average score of 87.5% with a very appropriate category. Student responses to the use of learning media obtained an average score of 90.8% with the category strongly agree.*
Keywords: *Arduino Nano; Learning Media; Temperature and Heat*

Abstrak. Pengembangan alat ukur suhu berbasis mikrokontroler arduino nano sebagai media pembelajaran pada materi suhu dan kalor bertujuan untuk mengetahui kelayakan berdasarkan penilaian ahli media dan ahli materi serta untuk mengetahui respon siswa terhadap penggunaannya. Penelitian ini menggunakan model 4D yang terdiri tahap analisis data, tahap desain produk, tahap pembuatan produk dan tahap validasi dan uji coba produk. Penelitian ini menguji kelayakan media pembelajaran dan kesesuaian konsep materi suhu dan kalor oleh 2 validator ahli media dan 1 validator ahli materi. Selain itu, penelitian ini juga melihat respon siswa dari 29 siswa di SMA Negeri 1 Sepauk Kabupaten Sintang terhadap penggunaan media pembelajaran yang dikembangkan menggunakan kuesioner. Berdasarkan hasil penilaian yang dilakukan oleh validator ahli media dapat disimpulkan bahwa alat ukur suhu berbasis mikrokontroler arduino nano sebagai media pembelajaran pada materi suhu dan kalor diperoleh skor rata-rata 89,55 % dengan kategori sangat layak dan hasil penilaian yang dilakukan oleh validator ahli materi memperoleh skor rata-rata 87,5 % dengan kategori sangat sesuai. Respon siswa terhadap penggunaan media pembelajaran memperoleh skor rata-rata 90,8 % dengan kategori sangat setuju.
Kata Kunci: Arduino Nano; Media Pembelajaran; Suhu dan Kalor

© 2022 Vidya Karya
DOI : https://doi.org/10.20527/jvk.v37i2.14531
Artikel ini di bawah lisensi CC-BY-SA

How to cite: Detasari, A. T., Hadiati, S., & Sukadi, E. (2022). Pengembangan alat ukur suhu berbasis mikrokontroler arduino nano sebagai media pembelajaran pada materi suhu dan kalor. *Vidya Karya*, *37*(2), 68-76.

PENDAHULUAN

Berkembangnya globalisasi di Negara kita, terutama pesatnya peningkatan teknologi, sehingga segala sesuatu dilakukan dengan cepat dan tepat. Maka dari itu pendidikan harus senantiasa menyesuaikan perkembangan zaman (Hidayat dkk., 2019). Perkembangan teknologi yang pesat juga memberikan dampak pada dunia pendidikan. Penyesuaian terhadap teknologi diselaraskan dengan kemajuan pendidikan saat ini. Menurut (Sudarsana, 2018) teknologi dapat menjadi sumber belajar yang bermanfaat sebagai media pembelajaran yang dapat menanggulangi lemahnya pembelajaran yang baku dan tidak memberikan suasana nyaman terhadap siswa. Dengan adanya teknologi pembelajaran dapat terjadi lebih informatif antara sesama siswa dengan siswa maupun siswa dengan bahan pelajaran agar terjadi interaksi yang lancar. Pembelajaran yang menggunakan teknologi dapat memberikan interaksi yang baik dan dapat mengurangi masalah pada pembelajaran yang monoton. Pembelajaran yang monoton memberikan efek kebosanan terhadap siswa sehingga tidak bersemangat dalam proses pembelajaran secara langsung. Perkembangan teknologi yang semakin maju dan pesat bukan lagi suatu masalah kurangnya sarana laboratorium dan mahalnya alat laboratorium untuk melakukan praktikum. Dalam menjelaskan materi fisika dengan melakukan praktik dapat menggunakan alat praktikum sederhana dengan komponen elektronika yang dapat dimanfaatkan (Tina dkk., 2021). Pembelajaran yang diselingi dengan praktik dapat memberikan hal posistif bagi siswa dalam proses pembelajarannya. Terbatasnya sarana laboratorium bukan lagi penghambat berkembangnya pendidikan, dengan berkembangnya teknologi sudah menjadi solusi dalam kemajuan pendidikan. Berkembangnya teknologi dapat menjadi perubahan dalam penggunaan sarana laboratorium yang lebih maju dan berkembang dalam proses pembelajaran.

Hidayat dkk. (2019) menunjukkan kegunaan sumber belajar memudahkan siswa dalam mendapatkan akses ilmu dan pengetahuan yang dibutuhkan. Ilmu yang mudah untuk diakses oleh siswa dapat melalui praktik yang dilakukan bersama guru dengan media-media pembelajaran yang terbaru. Menurut Hasan dkk. (2021) media pembelajaran merupakan sesuatu yang dapat digunakan dalam proses pembelajaran berlangsung. Berbagai macam media pembelajaran membantu guru dalam proses pembelajaran agar tidak membosankan. Berbagai alat yang membantu siswa dalam memahami konsep pembelajaran dapat dikatakan sebagai media pembelajaran. Pembelajaran dapat memberikan pengalaman baru bagi siswa dengan berbagai macam cara. Menurut Hingkua (2014) pada proses pembelajaran di SMA salah satu mata pelajaran yang ada adalah fisika yang mempelajari berbagai gejala alam yang tidak dapat dijelaskan dengan hal yang abstrak maupun metode ceramah tetapi membutuhkan media yang memungkinkan siswa memahami dengan mudah materi yang dipelajari. Menurut Fitri (2015) fisika merupakan ilmu yang mempelajari segala hal yang berkaitan dengan fenomena serta gejala alam yang langsung berkaitan dengan kehidupan sehari hari. Dalam mempelajari fisika siswa yang terlibat dengan materi serta hukum-hukum fisika. Dapat dikatakan bahwa fisika adalah ilmu yang mempelajari tentang

kehidupan sehari-hari tanpa disadari telah dilakukan oleh banyak manusia.

Menurut Hamzah dkk. (2021) penyajian materi dalam pembelajaran fisika berhadapan langsung dengan kehidupan sehari-hari yang materi beserta geraknya mampu menyelesaikan masalah yang bersangkutan dengan lingkungan sekitarnya. Sejalan dengan Warjanto (2015) kurikulum yang diberikan dalam setiap mata pelajaran untuk memberikan arahan yang tersusun agar siswa memahami konsep dan mampu menerapkan dalam kehidupan sehari-hari. Memahami konsep-konsep dalam pembelajaran sesuai dengan kurikulum yang telah ada dan sesuai dengan pembelajaran yang sedang berlangsung. Perubahan kurikulum yang sering terjadi juga dapat menjadi kesulitan bagi siswa. Berdasarkan laporan hasil ujian nasional Puspendik Kemendikbud tahun 2019 bahwa pada tingkat SMA pada mata pelajaran IPA bidang fisika diperoleh nilai rata-rata 46,47. Berdasarkan hasil ujian nasional masih dapat dikatakan bahwa pada mata pelajaran fisika masih tergolong di bawah rata-rata. Berdasarkan hasil yang diperoleh siswa dapat dilihat bahwa siswa memiliki kesulitan dalam pelajaran fisika. Salah satu materi pada mata pelajaran fisika di SMA adalah suhu dan kalor. Menurut Ma'rifah (2016) diketahui bahwa sebagian siswa masih kurang dalam memahami konsep materi suhu yang terjadi pada kehidupan sehari-hari yang terlihat dari data yaitu terdapat 68,57% siswa kesulitan pada konsep perubahan suhu dan wujud benda. Dari data tersebut dapat dilihat bahwa siswa masih memiliki kesulitan dalam memahami materi suhu dan kalor.

Berdasarkan hasil wawancara dengan guru fisika SMA didapatkan bahwa media pembelajaran masih tergolong sangat terbatas. Media yang digunakan oleh guru yaitu berupa buku pembelajaran. Pada proses pembelajaran fisika alat praktikum laboratorium hampir tidak pernah digunakan. Kurangnya penggunaan alat praktikum laboratorium dikarenakan kondisi laboratorium yang kurang memadai dan juga alat praktikum fisika yang masih kurang untuk menunjang pembelajaran fisika. Alat praktikum fisika yang ada di sekolah hanya beberapa dan tidak semua alat berfungsi dengan baik. Beberapa alat tersebut Kit Mekanika sebagian alat masih bisa digunakan seperti batang statif, kaki statif, beban, dasar statif, pegas spiral, sebagian alat hilang dan rusak. Sedangkan Kit Listrik dan Magnet serta Kit Optik tidak dapat digunakan karena alat tidak berfungsi dan sebagian alat hilang. Pada mata pelajaran fisika materi suhu dan kalor merupakan materi kelas XI semester I. Pada materi suhu dan kalor guru masih memiliki kesulitan dalam mengajar. Kesulitan guru dalam mengajar yaitu kurangnya alat praktikum untuk menunjang pemahaman siswa mengenai konsep dan penerapan dalam kehidupan sehari-hari. Pada materi suhu dan kalor, praktik tidak pernah dilakukan karena tidak memiliki alat penunjang praktikum seperti termometer dan kalorimeter. Kemampuan siswa pada materi suhu dan kalor di bawah rata-rata KKM 75 yang telah ditetapkan. Rendahnya nilai siswa karena masih kurang memahami materi pengaruh kalor terhadap zat.

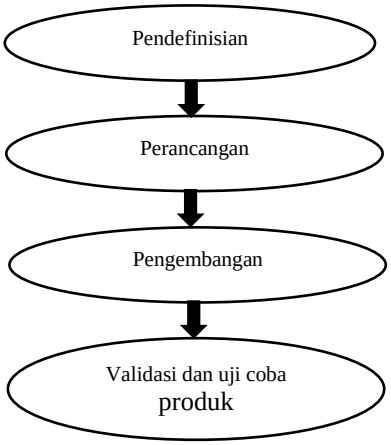
Penelitian ini mengangkat materi suhu dan kalor karena pada materi ini kesulitan siswa dalam pemahaman konsep dan siswa jarang menggunakan alat praktikum sederhana bahkan tidak pernah melakukan praktik. Maka dalam penelitian ini dilakukan pengembangan media berbasis mikrokontroler arduino nano karena masih jarang dilakukan pengembangan sebagai media pembelajaran. Media yang akan dikembangkan ini tergolong mudah digunakan karena tidak menggunakan banyak komponen. Komponen yang digunakan seperti *Board Arduino Nano* tergolong simpel. Sensor yang digunakan

dalam pengembangan ini ada dua yaitu sensor LM35DZ dan sensor suhu DS18B20. Pengembangan media ini tidak lagi menggunakan LCD sebagai tampilan dari hasil yang terbaca oleh sensor tetapi menggunakan sensor *Bluetooth* yang langsung tersambung dengan *smartphone*. Waktu yang digunakan sensor untuk membaca hasil suhu relatif cepat dan media ini dapat mengukur suhu bahkan di bawah 0°C. Pembacaan suhu yang relatif cepat ini dapat memudahkan siswa dalam melakukan pengukuran dan tidak memakan waktu yang lama. Media ini dapat dilakukan dalam dua percobaan sekaligus dalam waktu yang bersamaan seperti mengukur suhu ruang dan mengukur suhu pada suatu zat. Sehingga media ini dapat dioperasikan hanya dengan satu alat saja. Pengembangan media arduino nano ini dapat menjadi salah satu media pembelajaran yang dapat membantu siswa mengenal perkembangan teknologi pada abad 21.

METODE

Penelitian ini menggunakan dua subjek. Subjek pertama sebagai validator, yang merupakan ahli media, dan ahli materi untuk menilai kelayakan produk dari segi materi dan media pembelajaran fisika berbasis mikrokontroler arduino nano. Salah satu guru fisika sebagai sumber data permasalahan yang terjadi pada pembelajaran fisika. Subjek kedua adalah siswa kelas XI di SMA Negeri 1 Sepauk Kabupaten Sintang Kalimantan Barat untuk melakukan uji coba alat ukur suhu berbasis mikrokontroler arduino nano sebagai media pembelajaran pada materi suhu dan kalor.

Penelitian ini menggunakan langkah-langkah R&D Thiagarajan dengan model 4D. Langkah pada model 4D terdiri dari *Define, Design, Development,* dan *Dissemination*. Pada penelitian ini hanya sampai pada langkah validasi dan ujicoba produk, tidak sampai pada langkah penyebaran produk. Sehingga pada penelitian langkah yang digunakan diadaptasi dari Sa'adah (2020), seperti yang tertera pada Gambar 1.



Gambar 1 Langkah 4D diadaptasi dari Sa'adah (2020)

Menjawab rumusan masalah yang pertama dan kedua, yaitu penilaian kelayakan produk oleh ahli media dan ahli materi dan respon siswa terhadap alat ukur suhu berbasis mikrokontroler arduino nano sebagai media pembelajaran yang dikembangkan dengan memberikan kuesioner. Kuesioner yang dibuat menggunakan pernyataan positif dengan rentang skala likert. Skala likert atau *likert Scale* merupakan skala yang dapat digunakan sebagai perbandingan sikap maupun respon dari responden terhadap pertanyaan atau pernyataan yang diberikan (Hanafiah dkk., 2020). Adapun kriteria penilaian ahli media terhadap media pembelajaran tertera pada Tabel 1.

Tabel 1 Kriteria Penilaian Ahli Media terhadap Media Pembelajaran

Keterangan	Nilai
Sangat Layak	76% ≤ p ≤ 100%
Layak	51% ≤ p ≤ 75%
Tidak Layak	26% ≤ p ≤ 50%
Sangat Tidak Layak	0% ≤ p ≤ 25%

Adapun kriteria penilaian ahli materi terhadap media pembelajaran tertera pada Tabel 2.

Tabel 2 Kriteria Penilaian Ahli Materi terhadap Media Pembelajaran

Keterangan	Nilai
Sangat Sesuai	76% ≤ p ≤ 100%
Sesuai	51% ≤ p ≤ 75%
Tidak Sesuai	26% ≤ p ≤ 50%
Sangat Tidak Sesuai	0% ≤ p ≤ 25%

Adapun kriteria penilaian respon siswa terhadap penggunaan media pembelajaran tertera pada Tabel 3.

Tabel 3 Kriteria Penilaian Respon Siswa terhadap Penggunaan Media Pembelajaran

Keterangan	Nilai
Sangat Setuju	76% ≤ p ≤ 100%
Setuju	51% ≤ p ≤ 75%
Tidak Setuju	26% ≤ p ≤ 50%
Sangat Tidak Setuju	0% ≤ p ≤ 25

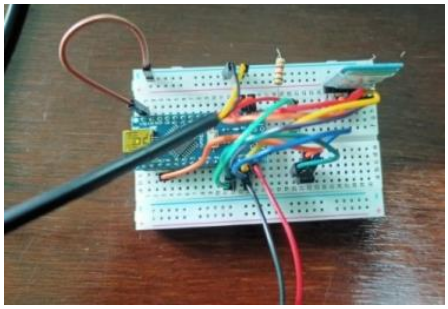
(Zadrianus, 2021)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil wawancara dengan salah satu guru fisika di SMA menunjukkan bahwa pada mata pelajaran fisika jarang dilakukan praktikum dikarenakan alat peraga atau alat laboratorium yang kurang memadai. Pada tahap analisis ini ditemukan bahwa sebagian alat laboratorium kurang lengkap dan tidak menunjang pembelajaran fisika ketika akan melakukan praktikum. Ditemukan bahwa materi suhu dan kalor pada KD 3.5 dan KD 4.5 nilai siswa di bawah rata-rata KKM 75 yang telah di tetapkan. Adapun tahapan yang dilakukan oleh peneliti dalam melakukan penelitian ini.

Desain Produk

Desain produk dirancang dan disusun sesuai komponen-komponen yang digunakan sehingga dapat menekan biaya yang berlebihan. Perancangan tata letak komponen dapat menghemat waktu dalam pembuatan produk yang dikembangkan tertera pada Gambar 2.



Gambar 2 Rancangan Tata Letak Komponen

Proses pembuatan produk dimulai dari membuat *hardware system* dengan menyatukan semua komponen yang digunakan. Komponen yang digunakan dalam pembuatan produk berupa Arduino Nano Atmega328, sensor DS18B20, sensor LM35DZ, *bluetooth* HC-05. Tampilan produk awal dan akhir tertera pada Gambar 3.

(a) (b)

Gambar 3 (a) Produk Awal dan (b) Produk Akhir

Setelah pembuatan *hardware system* maka selanjutnya pembuatan *software system*. Pada *software system* dilakukan untuk memanggil setiap fungsi dari komponen yang digunakan agar dapat membaca hasil dan menampilkannya pada layar *smartphone*. Tampilan *software* pemrograman tertera pada Gambar 4.

(a) (b)

Gambar 4 (a) dan (b) Tampilan *Software* Pemrograman

Validasi dan Uji Coba

Validasi untuk melihat kelayakan media pembelajaran yang dikembangkan dilakukan oleh 2 orang ahli media. Penilaian yang dilakukan ini terdiri dari aspek ketahanan alat dan kecepatan sistem alat dalam pembacaan hasil pengukuran. Hasil validsi media tertera pada Tabel 4.

Tabel 4 Perolehan Aspek Lembar Validasi Ahli Media

Aspek Yang Dinilai	Persentase	Kategori
Ketahanan Alat	87,5 %	Sangat Layak
Kecepatan Sistem Alat dalam Pembacaan Hasil Pengukuran	91,6 %	Sangat Layak
Rata-rata	89,55 %	Sangat Layak

Pada Tabel 4 perolehan aspek lembar validasi dapat disimpulkan bahwa pada aspek ketahanan alat yang dikembangkan memperoleh skor persentase 87,5 % dengan kategori sangat layak. Dilihat dari aspek kecepatan sistem alat dalam pembacaan hasil pengukuran memperoleh skor persentase 91,6 % dengan kategori sangat layak. Berdasarkan perhitungan data diperoleh rata-rata dari kedua aspek 89,55 % dengan kategori sangat layak. Berdasarkan hasil rata-rata dapat dikatakan sangat layak karena alat ukur suhu berbasis mikrokontroler arduino nano sudah sesuai dengan indikator penilaian. Setelah dilakukan validasi oleh ahli media dan berdasarkan hasil perolehan rata-rata alat memiliki daya tahan terhadap suhu dan air. Alat juga memiliki komponen yang kuat dan dapat digunakan secara berulang-ulang. Kecepatan sistem dalam pembacaan hasil, serta menginput data juga dikatakan sangat layak berdasarkan rata-rata perolehan validasi. Data rekapitulasi kelayakan media pembelajaran oleh ahli media dalam proses penilaian produk dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Rata-rata Hasil Validasi Ahli Media

Validator	Persentase	Kategori
Validator 1	91,6 %	Sangat Layak
Validator 2	87,5 %	Sangat Layak
Rata-rata	89,55 %	Sangat Layak

Bedasarkan Tabel 5 penilaian oleh ahli media 1 memperoleh skor rata-rata 91,6 % dengan kategori sangat layak. Penilaian oleh ahli media 2 memperoleh skor rata-rata 87,5 % dengan kategori sangat layak. Secara keseluruhan persentase rata-rata 89,55 % dengan kategori sangat layak sehingga dapat disimpulkan bahwa alat ukur suhu berbasis mikrokontroler arduino nano sebagai media pembelajaran pada materi suhu dan kalor layak digunakan dalam proses pembelajaran di sekolah.

Hasil validasi materi tertera pada Tabel 6.

Tabel 6 Perolehan Aspek Lembar Validasi Ahli Materi

Aspek Yang Dinilai	Persentase	Kategori
Keterkaitan dengan Bahan Ajar	87,5 %	Sangat Sesuai
Rata-rata	87,5 %	Sangat Sesuai

Berdasarkan hasil penilaian aspek keterkaitan dengan bahan ajar bahwa alat ukur suhu berbasis mikrokontroler arduino nano sebagai media pembelajaran memperoleh rata-rata kesesuaian 87,5 % dengan kategori sangat sesuai. Alat ukur suhu berbasis mikrokontroler arduino nano dilihat dari hasil rata-rata penilai telah memenuhi aspek-aspek yang ada. Alat ukur suhu memiliki kesesuaian konsep dengan materi suhu dan kalor, serta dapat memberikan kejelasan tentang objek dan fenomena yang terjadi pada kehidupan sehari-hari. Objek dan fenomena yang terjadi seperti perubahan suhu air yang dipanaskan. Ketika air dipanaskan maka kalor pada air juga akan berubah. Berdasarkan hasil validasi ahli materi dapat disimpulkan bahwa alat ukur suhu berbasis mikrokontroler arduino nano sebagai media pembelajaran memiliki kesesuaian dengan KD 3.5 dan KD 4.5 pada RPP dan dapat digunakan sebagai media pembelajaran di sekolah.

Hasil respon siswa terhadap alat ukur suhu berbasis mikrokontroler arduino nano tertera pada Tabel 7.

Tabel 7 Perolehan Aspek Respon Siswa

Aspek	Persentase	Kategori
Pemahaman konsep suhu dan kalor sebagai media pembelajaran	93,9 %	Sangat Setuju
Keterampilan Pengoperasian dan kinerja media pembelajaran	89,65 %	Sangat Setuju
Kualitas media pembelajaran	88,7 %	Sangat Setuju
Rata-rata	90,78 %	Sangat Setuju

Berdasarkan Tabel 7 perolehan aspek reson siswa terhadap alat ukur suhu berbasis mikrokontroler arduino nano sebagai media pembelajaran pada aspek pemahaman konsep suhu dan kalor sebagai media pembelajaran memperoleh rata-rata 93,9 % dengan kategori sangat setuju. Pada aspek pengoprasian dan kinerja media pembelajaran memperoleh rata-rata 89,65 % dengan kategori sangat setuju dan pada aspek kualitas media pembelajaran memperoleh rata-rata 88,7 % dengan kategori sangat setuju. Berdasarkan hasil perolehan rata-rata alat ukur suhu dapat menambah pengetahuan siswa tentang materi suhu dan kalor. Alat ini juga memberikan keterampilan pada siswa dalam mengoprasikan alat ukur suhu berbasis mikrokontroler sesuai dengan LKPD yang diberikan kepada masing-masing kelompok. Alat ini juga memiliki ketahanan yang kuat ketika digunakan secara berulang oleh 5 kelompok tanpa terjadinya sistem error dan kerusakan pada alat. Siswa yang melakukan uji coba didampingi oleh peneliti. Data rekapitulasi respon siswa terhadap penggunaan media pembelajaran dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 Rata-rata Hasil Respon Siswa

Responden	Persentase	Kategori
29 Siswa	90,8 %	Sangat Setuju
Rata-rata	90,8 %	Sangat Setuju

Tabel 8 menunjukkan rata-rata hasil respon siswa terhadap alat ukur suhu berbasis mikrokontroler arduino nano sebagai media pembelajaran pada materi suhu dan kalor memperoleh skor rata-rata 90,8 % dengan kategori sangat setuju oleh 29 siswa kelas XI MIPA. Berdasarkan hasil respon siswa dapat disimpulkan bahwa siswa sangat setuju terhadap penggunaan media pembelajaran yang dikembangkan pada materi suhu dan kalor.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa alat ukur suhu berbasis mikrokontroler arduino nano layak digunakan sebagai media pembelajaran. Berdasarkan hasil penelitian pengembangan alat ukur suhu berbasis mikrokontroler arduino nano yang telah dilakukan mendapat kesimpulan sebagai berikut: (1) Alat ukur suhu berbasis mikrokontroler arduino nano mendapatkan skor rata-rata 89,55% dengan kategori sangat layak oleh validator ahli media. Alat ukur suhu berbasis mikrokontroler arduino nano mendapatkan skor rata-rata 87,5% dengan kategori sangat sesuai oleh validator ahli materi; dan (2) Hasil respon siswa terhadap penggunaan alat ukur suhu berbasis mikrokontroler arduino nano mendapatkan skor rata-rata 90,8% dengan kategori sangat setuju.

DAFTAR PUSTAKA

Fitri, M. (2015). Pengaruh model pembelajaran discovery learning terhadap hasil belajar siswa pada materi pokok suhu dan kalor. *INPAFI (Inovasi Pembelajaran Fisika), 3*(2).

Hamzah, H., Musdar, M., & Hasrul, H. (2021). Pengembangan alat ukur suhu menggunakan sensor lm35 berbasis arduino uno sebagai media pembelajaran fisika. Phydagogic: *Jurnal Fisika dan Pembelajarannya, 4*(1), 6-15.

Hanafiah. dkk. (2020). *Pengantar statistika*. Bandung: Widina Bhakti Persada.

Hasan. M. dkk. (2021). *Media Ppembelajaran*. Klaten: Tahta Media Group.

Hidayat. R. & Abdillah. (2019). *Ilmu pendidikan konsep, teori dan aplikasinya*. Medan: Lembaga Peduli Pengembangan Pendidikan Indonesia (LPPPI).

Hingkua, P. F., Wirjawan, J. D., & Arcana, I. N. (2014). Media pembelajaran fisika SMA Berbasis video pada pokok bahasan momentum, impuls dan tumbukan.

Ma'rifah, E. (2016). Identifikasi kesulitan siswa pada materi suhu dan kalor. *Jurnal Pembelajaran Fisika, 4*(5), 124-133.

Sudarsans, N. R., & Wahyu. (2020). *Metode penelitian R & D (research and development)*. Malang: CV. Literasi Nusantara Abadi.

Sudarsana. K. dkk. (2018). *Pengembangan media pembelajaran berbasis teknologi pendidikan*. Denpasar: Jayapangus Press.

Tina, A., Saehana, S., & Wahyono, U. (2021). Pengembangan media alat praktikum pelayangan gelombang berbasis mikrokontroler arduino uno. *Jurnal Inovasi Dan Pembelajaran Fisika, 8*(2), 168-183.

Warjanto, S. (2015, October). Pengembangan Media pembelajaran induksi elektromagnetik. In *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal)* (Vol. 4, pp. SNF2015-II).

Zadrianus, M. T., (2021). *Pengembangan Media pembelajaran rill fisika berbasis mikrokontroler arduino uno pada materi massa jenis. Fakultas MIPA dan Teknologi*. Skripsi Program Studi pendidikan Fisika. Pontianak: IKIP PGRI Pontianak.