

PENGEMBANGAN ALAT PRAKTIKUM BERBASIS *ARDUINO UNO* MATERI KESETIMBANGAN BENDA TEGAR (MOMEN INERSIA DAN MOMENTUM SUDUT)

Dian Purnama¹, Harpian², Vitoria Venisia Pereira^{3*}, Dadi Rusdiana⁴, Irma Rahma Suwarma⁵

Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Pendidikan Indonesia^{1,2,3,4,5}

Email: dianpurnama@upi.edu¹, harpianp@gmail.com², vitoriavenisiapereira@gmail.com³, dadirusdiana@upi.edu⁴, irma.rs@upi.edu⁵

*Correspondence

INFO ARTIKEL

Diajukan

20-01-2022

Diterima

31-01-2022

Diterbitkan

10-02-2022

Kata kunci : alat praktikum berbasis arduino uno; kesetimbangan benda tegar.

ABSTRAK

Latar Belakang: *Sains* atau Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) adalah bidang studi yang terdiri dari fisika, biologi, dan kimia. Fisika merupakan salah satu mata kuliah wajib di sekolah menengah atas jurusan IPA. Karakteristik kelas IPA berbeda dengan mata pelajaran lainnya. *Sains* secara inheren didasarkan pada produk, proses, dan sikap. Sebagai suatu proses, *sains* didefinisikan sebagai penggunaan metode ilmiah untuk memahami aktivitas alam semesta dengan menerapkan berbagai keterampilan proses ilmiah. Keterampilan proses *sains* sangat penting dalam mempelajari *sains*, khususnya dalam mempelajari fisika.

Tujuan: Menganalisis pengaruh massa dan jarak massa dari pusat rotasi terhadap besar momen inersia melalui data percobaan dan mengetahui peningkatan keterampilan proses *sains* siswa setelah diberikan perlakuan pembelajaran menggunakan alat praktikum keseimbangan benda tegar berbasis Arduino Uno.

Metode: Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *research and development* atau penelitian pengembangan, dimana alat praktikum yang telah dirancang tersebut diimplementasikan/ diuji cobakan kepada para siswa SMA kelas XII di Kabupaten Bandung (Banjaran).

Hasil: Berdasarkan hasil pretest dan posttest peserta didik menunjukkan peningkatan yang signifikan.

Kesimpulan: Hasil uji coba pretest diperoleh 30,19%, dan hasil uji coba posttest diperoleh 69,81%. Berdasarkan hasil angket menunjukkan respon peserta didik sangat baik (62%) tertarik belajar fisika dengan menggunakan alat praktikum berbasis Arduino karena desain alatnya dan

peserta didik (54%) antusias dan aktif dalam pembelajaran karena pengoperasian alat praktikum yang cukup mudah.

Keywords: *arduino uno-based practical tools; rigid body equilibrium.*

ABSTRACT

Background: *Science or Natural Sciences (IPA) is a field of study consisting of physics, biology, and chemistry. Physics is one of the compulsory subjects in high school, majoring in science. The characteristics of the science class are different from other subjects. Science is inherently based on products, processes, and attitudes. As a process, science is defined as the use of the scientific method to understand the activity of the universe by applying various scientific process skills. Science process skills are very important in studying science, especially in studying physics.*

Objective: *Analyzing the effect of mass and mass distance from the center of rotation on the moment of inertia through experimental data and knowing the improvement of students' science process skills after being given learning treatment using a rigid body balance practice based on Arduino Uno.*

Methods: *In this study, implementation in the form of trials was carried out on 13 students of class XI taken from one of the high schools in Bandung Regency (Banjaran).*

Results: *Based on the results of the pretest and posttest students showed a significant increase.*

Conclusion: *The results of the pretest trial were 30.19%, and the results of the posttest were 69.81%. Based on the results of the questionnaire, it showed that the students' responses were very good (62%) interested in learning physics by using Arduino-based practicum tools because of the design of the tools and students (54%) were enthusiastic and active in learning because the operation of the practicum tools was quite easy.*

Attribution-ShareAlike 4.0
International
(CC BY-SA 4.0)



Pendahuluan

Sains atau Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) adalah bidang studi yang terdiri dari fisika, biologi, dan kimia (Zain & Vebrianto, 2017). Fisika merupakan salah satu mata pelajaran wajib yang ada di sekolah menengah atas dengan jurusan IPA. Karakteristik pelajaran IPA berbeda dengan pelajaran lainnya. IPA pada hakekatnya dibangun atas dasar produk, proses dan sikap. Sebagai proses, IPA diartikan sebagai sebuah kegiatan mencari tahu tentang alam semesta menggunakan metode ilmiah (*scientific method*) dengan menerapkan berbagai keterampilan proses *sains* (Suryaningsih, 2017). Keterampilan proses *sains* ini sangatlah penting dalam pembelajaran IPA terutama dalam pembelajaran fisika.

Dalam melaksanakan metode ilmiah, sangat diperlukan pula sikap ilmiah seperti: teliti, tekun, jujur mengungkapkan fakta, bekerja keras dan memiliki rasa keingintahuan yang tinggi. Dengan demikian, sikap ilmiah ini mestilah dilatihkan kepada siswa dalam

pembelajaran IPA. Pembelajaran IPA tidak hanya dilakukan secara demo didepan kelas namun juga melalui eksperimen. ([Faizah](#), 2016)

Pengalaman di lapangan menunjukkan bahwa, metode eksperimen jarang sekali dilaksanakan oleh guru *sains*. Ada banyak kendala yang guru dan siswa temui selama percobaan. Salah satu kendala tersebut adalah keterbatasan waktu. Keterbatasan waktu tersebut terkait dengan penyediaan peralatan laboratorium, kemudahan penggunaan bagi siswa dan guru, serta penggunaan dan pengujian peralatan guru.

Kesetimbangan benda tegar dan momen inersia merupakan salah satu materi yang esensial pada pembelajaran IPA fisika di SMA ([Desmelinda & Sudrajad](#), 2011). Faktanya, topik ini masih sulit dipelajari siswa, dan juga sulit diajarkan oleh guru fisika SMA. Alhasil, topik aktivitas fisik seimbang dan kuat tercatat sebagai salah satu materi terpenting dalam Pendidikan dan Pelatihan Guru Nasional (PLPG). Kesetimbangan benda tegar dan momen inersia dipelajari oleh siswa di kelas XI semester genap. Alat yang kami rancang untuk materi kesetimbangan benda tegar dan momen inersia ini, berbasis *Arduino Uno* sebagai pusat pemroses input sinyal elektronik menjadi output sinyal elektronik yang dibutuhkan ([Pranoto, Ruslan, & Ardiansyah](#), 2021). Input berupa sinyal elektronik ini biasanya berasal dari sensor. Sementara itu, output sinyal elektronik berupa komponen aktuator seperti motor DC. Mikrokontroler ini dapat diprogram untuk mengeluarkan output sinyal seperti keinginan pemrogram ([Samsugi, Mardiyansyah, & Nurkholis](#), 2020). Dengan *Arduino Uno*, aktivitas yang dilakukan pada saat pengambilan data praktikum akan direkam dan hasilnya dapat terbaca. Dari hasil yang diperoleh inilah, para siswa dapat mengetahui konsep-konsep dari kesetimbangan benda tegar dan momen inersia terkait hubungan massa dan jarak massa dari pusat rotasi terhadap besar momen inersia.

Berdasarkan wawancara dengan beberapa guru mata pelajaran fisika, mengatakan bahwa materi kesetimbangan benda tegar merupakan salah satu materi yang cukup sulit bagi peserta didik, karena selain membutuhkan operasi matematis vektor, materi ini juga merupakan gabungan antara gerak translasi dan rotasi ([Fitrianingrum](#), 2016). Ini juga menggunakan pendekatan umum dari pelajaran ini. Guru tidak pernah mengajar dengan coba-coba. Dengan hal tersebut berimbas pada hasil belajar siswa yang belum mencapai standard yang diharapkan.

Sebenarnya pada setiap laboratorium IPA di setiap sekolah telah tersedia peralatan untuk melaksanakan kegiatan eksperimen. Namun untuk materi kesetimbangan benda tegar ini masih kurang tersedia dalam laboratorium sekolah. Selain itu juga masih ada beberapa guru yang kurang paham dalam mengimplementasikan alat tersebut. Ketidaktersediaan alat itu mengakibatkan metode eksperimen untuk materi kesetimbangan benda tegar sangat minim diterapkan pada siswa. Selain itu, alat praktikum untuk kesetimbangan benda tegar ini masih sulit untuk digunakan karena perlu perakitan kembali sebelum digunakan. Berdasarkan beberapa hal yang telah dikemukakan di atas, maka kami mengembangkan media eksperimen yang untuk materi kesetimbangan benda tegar berbasis *Arduino Uno* ([Dahlia et al.](#), 2019). Alat ini didesain semudah mungkin, sehingga siswa dapat dengan mudah melakukan kegiatan

eksperimen terutama dalam hal pengambilan data yang mana akan tertera langsung pada LCD pada alat tersebut. Alat ini juga di desain agar lebih praktis. Praktis maksudnya adalah mudah digunakan siswa, mudah disiapkan guru, mudah disimpan, dan efisien dari segi waktu (Dewi, 2018). Dengan adanya alat praktikum ini, pemahaman para siswa terkait materi kesetimbangan benda tegar dan momen inersia mengalami peningkatan dari sebelumnya. Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu menganalisis pengaruh massa dan jarak massa dari pusat rotasi terhadap besar momen inersia melalui data percobaan, dan mengetahui peningkatan keterampilan proses *sains* siswa setelah diberikan perlakuan pembelajaran menggunakan alat peraga keseimbangan benda tegar berbasis *Arduino Uno*.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama satu hari, pada jam pelajaran Fisika (90 menit) pada salah satu Sekolah Menengah Atas di Kabupaten Bandung (Banjaran) dengan subyek penelitian sebanyak 13 siswa kelas XI. Alat praktikum berbasis *Arduino Uno* materi kesetimbangan benda tegar (momen inersia dan momentum sudut) diimplementasikan/ diuji cobakan kepada para siswa melalui kegiatan praktikum, setelah mendapatkan penjelasan terkait materi tersebut. Dari kegiatan praktikum akan diperoleh data-data terkait materi kesetimbangan benda tegar, dan selanjutnya diolah untuk diperoleh hasil, dan selanjutnya dapat diketahui kesimpulan terkait keefektifan alat praktikum berbasis *Arduino Uno* materi kesetimbangan benda tegar (momen inersia dan momentum sudut) dalam kegiatan pembelajaran.

Metode penelitian ini, yaitu *research and development* atau penelitian pengembangan. Penelitian diarahkan pada pengembangan produk alat praktikum berbasis *Arduino Uno* materi kesetimbangan benda tegar (*momen inersia* dan *momentum sudut*). Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian pengembangan (R&D) dengan model pengembangan yang digunakan yaitu model ADDIE. ADDIE adalah akronim dari *Analyze, Design, Development, Implementation, and Evaluation* (Walid, 2017). Model ADDIE ini memiliki lima tahapan, yaitu 1). *Analyze*, yaitu melakukan analisis kebutuhan, dengan mengidentifikasi masalah dalam pembelajaran di sekolah terlebih dahulu. 2). *Design*, atau lebih dikenal dengan tahap rancangan: pada tahap ini dilakukan perumusan tujuan pembelajaran, dan penyusunan skenario alat praktikum. 3). *Development*, dalam tahap ini kegiatan yang dilakukan adalah merancang alat praktikum keseimbangan benda tegar berbasis *Arduino Uno* yang dilengkapi dengan lembar kerja siswa. 4) *Implementation*, tahap ini merupakan tindakan nyata untuk pemakaian alat praktikum keseimbangan benda tegar berbasis *Arduino Uno* yang telah dirancang. 5) *Evaluation*, Evaluasi atau penilaian yang mencakup; tujuan, perancangan dan pengembangan alat praktikum keseimbangan benda tegar berbasis *Arduino Uno*, pengumpulan data, analisis dan penafsiran untuk menentukan suatu nilai dengan standar penilaian yang telah ditentukan. Untuk melihat apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil yang diinginkan/direncanakan dengan kenyataan di lapangan maka dilakukan evaluasi/penilaian (Muhlas & Marwani, 2020). Penelitian

ini dilakukan sampai pada tahap pelaksanaan revisi produk yang sebagaimana disarankan pada hasil uji coba lapangan.

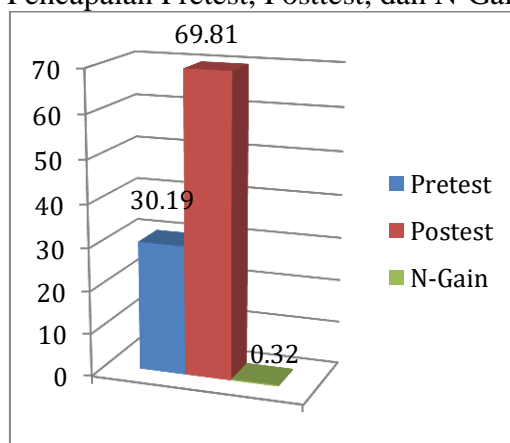
Hasil dan Pembahasan

Dalam penelitian Kaswarsi ([Nahrowi, Aribowo, & Abi Hamid, 2020](#)) menunjukkan bahwa siswa memberikan respon setuju dengan perolehan skor rata-rata 0,96 dan 0,95 saat pengimplementasian alat. Mengacu pada penelitian-penelitian terdahulu lainnya terkait pengembangan alat praktikum kesetimbangan benda tegar, diperoleh hasil bahwa terjadi peningkatan pemahaman para siswa terkait materi tersebut, setelah pengimplementasian alat praktikum kesetimbangan benda tegar ini. Beracuan pada penelitian-penelitian terdahulu, maka peneliti ingin mengkaji kebenaran dari hasil penelitian terdahulu tersebut, dengan melakukan penelitian baru terkait pengembangan alat praktikum berbasis *Arduino Uno* materi kesetimbangan benda tegar (momen inersia dan momentum sudut).

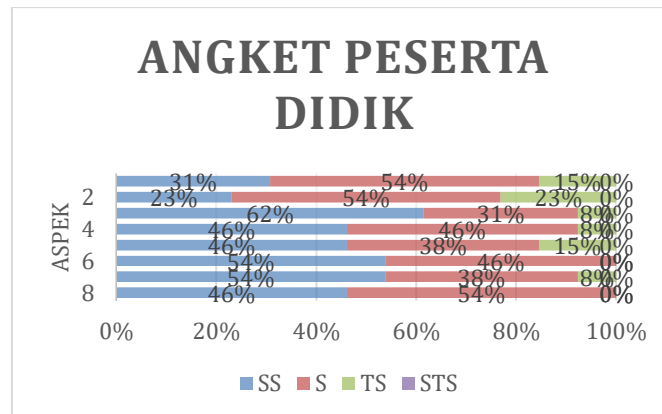
Kegiatan penelitian ini dilakukan disalah satu sekolah SMA Swasta di Kabupaten Bandung (Bandung). Penelitian ini dilakukan satu kali pertemuan dengan alokasi waktu 90 menit, pada tanggal 27 November 2021. Pada pelaksanaan uji coba, pertama-tama siswa diberikan pretest sebagai tolak ukur untuk mengetahui pemahaman awal peserta didik tentang konsep kesetimbangan benda tegar. Setelah itu, dilakukan pembelajaran tentang kesetimbangan benda tegar, dan kemudian mengimplementasikan alat praktikum berbasis *Arduino Uno* yang telah dirancang tersebut. Untuk mengukur tingkat pemahaman akhir peserta didik, maka diberikan *posttest* kepada peserta didik, setelah dilaksanakan pembelajaran. Peserta didik pun diberi angket respon untuk mengetahui respon siswa terhadap pembelajaran dengan menggunakan alat peraga keseimbanganbenda tegar.

Berdasarkan hasil analisis *pretest* dan *Posttest* pada pengembangan alat ini di salah satu SMA Swasta di Kota Bandung dengan mengacu pada N-Gain, maka didapatkan perolehan yang sajikan dalam tabel berikut:

Tabel 1.
Pencapaian Pretest, Posttest, dan N-Gain



Angket respon siswa tentang alat untuk kesetimbangan benda tegar dapat disajikan ke dalam bentuk grafik di bawah ini:



Gambar 1.

Grafik respon siswa terhadap media yang dikembangkan

Implementasi alat ini dilakukan pada peserta didik kelas XI sejumlah 13 orang. Implementasi ini dilakukan pada satu kali pertemuan secara luring atau pembelajaran langsung. Pembelajaran diawali dengan membagikan soal kepada peserta didik seputar materi kesetimbangan benda tegar dengan sub materi titik berat, momen inersia dan momentum sudut.

Sebelum pengimplementasian alat di kelas, pemahaman para siswa tentang konsep kesetimbangan benda tegar (momen inersia dan momentum sudut) sangat minim ([Setyawan, Sarwanto, & Aminah, 2017](#)). Hal ini dapat terlihat pada hasil pretest yang diperoleh para peserta didik, di mana hampir sebagian besar jawaban yang diberikan siswa masih terdapat miskonsepsi dengan rata-rata 30,19%. Setelah pengimplementasian alat dalam proses pembelajaran ([Nuvitalia, Patonah, Saptaningrum, Khumaedi, & Rusilowati, 2016](#)), terjadi peningkatan pemahaman yang signifikan. Miskonsepsi yang terjadi sebelumnya, akhirnya dapat diatasi. Hal ini dapat terlihat pada hasil posttest para peserta didik, di mana para siswa mengerjakan kembali soal yang sama seperti soal pretest sebelumnya. Hasil yang didapatkan untuk posttest dengan rata-rata 69,81%. Berdasarkan hasil pretest dan posttest, pengimplementasian alat praktikum berbasis *Arduino Uno* menunjukkan peningkatan yang signifikan

Berdasarkan hasil analisis dengan menggunakan N-Gain, didapatkan bahwa pengimplementasian alat ini cukup efektif dalam membantu peningkatan pemahaman peserta didik materi kesetimbangan benda tegar (momen inersia dan momentum sudut) dengan perolehan N-Gain 0,32%. Dengan perolehan tersebut, pengembangan alat ini dikategorikan dalam skala rendah. Pencapaian ini dipengaruhi oleh desain alat praktikum yang digunakan, di mana masih terdapat kelemahan dalam perancangan alat ini yaitu pada batang putar yang digunakan untuk meletakkan massa benda, kurang stabil karena adanya gesekan antara poros dengan batang putar tersebut. Gaya gesek yang terjadi

antara poros dengan batang putar sangat besar sehingga hasil pada pengambilan data kurang akurat. Oleh karena itu, perlu adanya pengembangan pada kedudukan porosnya.

Berdasarkan hasil LKPD peserta didik, pengembangan alat kesetimbangan benda tegar berbasis *Arduino Uno* dapat membangun pemahaman peserta didik ([PERMATASARI, 2019](#)). Dimana hasil LKPD peserta didik menunjukkan hasil yang sesuai dengan harapan. Peserta didik dapat menganalisis dan menyimpulkan kegiatan pembelajaran materi momen inersia, kecepatan sudut dan momentum sudut.

Berdasarkan angket peserta didik, dengan memberikan 4 kategori yaitu sangat setuju, setuju, tidak setuju dan sangat tidak setuju. Hasil yang didapatkan yaitu untuk sangat setuju dan setuju untuk alat praktikum berbasis *Arduino Uno* dalam pembelajaran kesetimbangan benda tegar diperoleh rata-rata yang sama 45,19%. Respon peserta didik sangat baik (62%) tertarik belajar fisika dengan menggunakan alat praktikum berbasis *Arduino Uno* karena desain alatnya. Siswa 54% antusias dan aktif dalam pembelajaran karena pengoperasian alat praktikum yang cukup mudah, untuk yang mengatakan tidak setuju diperoleh rata-rata sebesar 9,61%. Respon peserta didik (23%) kurang tertarik belajar fisika dengan menggunakan alat praktikum berbasis *Arduino Uno* karena desain alatnya.

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, terdapat kesamaan dengan penelitian-penelitian terdahulu, yang mana pengembangan alat praktikum ini dapat meningkatkan pemahaman para siswa terkait materi kesetimbangan benda tegar dan momen inersia.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa Pengembangan alat praktikum berbasis *Arduino Uno* materi kesetimbangan benda tegar (momen inersia dan momentum sudut) dapat meningkatkan keterampilan proses *sains* siswa, hal ini dapat terlihat pada perolehan N-Gain dan respon siswa. Semakin besar massa benda, dan semakin jauh jarak massa dari pusat rotasi, maka semakin besar pula momen inersia nya, ataupun sebaliknya.

Bibliografi

- DAHLIA, RAHMA, Sefrinando, Boby, & Afdala, Adfal. (2019). *Pengembangan Alat Peraga Momen Inersia Berbasis Arduino Uno Untuk Peserta Didik Di Madrasah Aliyah Swasta Ittikhadul Khoiriyah Muaro Jambi*. UIN Sulthan Thaha Saifuddin.
- Desmelinda, Ersya, & Sudrajad, Hendar. (2011). Pengembangan Perangkat Percobaan Momen Inersia Dan Keseimbangan Benda Tegar Sebagai Media Pembelajaran Fisika SMA. *Jurnal Pendidikan*, 2(2). <http://dx.doi.org/10.31258/jp.2.2.%25p>
- Dewi, Erni Ratna. (2018). Metode Pembelajaran Modern dan Konvensional Pada Sekolah Menengah Atas. *PEMBELAJAR: Jurnal Ilmu Pendidikan, Keguruan dan Pembelajaran*, 2(1), 44–52. <https://doi.org/10.26858/pembelajar.v2i1.5442>
- Faizah, Kurniyatul. (2016). Miskonsepsi dalam pembelajaran IPA. *Jurnal Darussalam: Jurnal Pendidikan, Komunikasi Dan Pemikiran Hukum Islam*, 8(1), 115–128. <https://doi.org/10.30739/darussalam.v8i1.10>
- Fitrianingrum, Aufa Maulida. (2016). *Penerapan Project Based Learning Berbasis Eksperimen Untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Keseimbangan Benda Tegar Dan Kinerja Siswa Sma*. Universitas Negeri Semarang. <https://doi.org/10.15294/upej.v5i2.13614>
- Muhlas, Maulana, & Marwani, Lisna. (2020). Development of e-learning Smart Apps Creator (SAC) learning media for selling employees on paid tv. *Akademika: Jurnal Teknologi Pendidikan*, 9(02), 129–143. <https://doi.org/10.34005/akademika.v9i02.819>
- Nahrowi, Djejen, Aribowo, Didik, & Abi Hamid, Mustofa. (2020). Pengembangan Trainer Kit Mikrokontroler ATmega16 Sebagai Media Pembelajaran Untuk Sekolah Menengah Kejuruan. *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan*, 17(2), 145–155. <http://dx.doi.org/10.23887/jptk-undiksha.v17i2.24366>
- Nuvitalia, Duwi, Patonah, Siti, Saptaningrum, Ernawati, Khumaedi, Khumaedi, & Rusilowati, Ani. (2016). Analisis Kebutuhan Alat Peraga dalam Implementasi Kurikulum 2013 pada Mata Pelajaran IPA Terpadu. *UPEJ Unnes Physics Education Journal*, 5(2), 60–65. <https://doi.org/10.15294/upej.v5i2.13622>
- PERMATASARI, ARUM. (2019). *Pengembangan Alat Peraga Lampu Sensor Berbasis Arduino Uno Pada Materi Energi*. UIN Raden Intan Lampung.
- Pranoto, Sarwo, Ruslan, L., & Ardiansyah, Ardiansyah. (2021). RANCANG BANGUN ALAT UKUR BESARAN LISTRIK DIGITAL BERBASIS ARDUINO UNO. *Seminar Nasional Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat (SNP2M)*, 18–23.
- Samsugi, Selamat, Mardiyansyah, Zainabun, & Nurkholis, Andi. (2020). Sistem Pengontrol Irigasi Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Arduino UNO. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Tertanam*, 1(1), 17–22.

<https://doi.org/10.33365/jtst.v1i1.719>

- Setyawan, Dhimas Nur, Sarwanto, Sarwanto, & Aminah, Nonoh Siti. (2017). Pengembangan Pembelajaran Berbasis Saintifik pada Materi Dinamika Rotasi dan Kesetimbangan Benda Tegar untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Komunikasi Verbal Siswa SMA. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 8(1). <https://doi.org/10.26877/jp2f.v8i1.1332>
- Suryaningsih, Yeni. (2017). Pembelajaran berbasis praktikum sebagai sarana siswa untuk berlatih menerapkan keterampilan proses sains dalam materi biologi. *Bio Educatio*, 2(2), 279492.
- Walid, M. Ismail. (2017). Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif berbasis GEOGEBRA dengan Model Pengembangan ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation) pada Materi Geometri Siswa Kelas XI MIA SMA Negeri 3 Takalar. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Zain, Zarima, & Vebrianto, Rian. (2017). Integrasi keilmuan sains dan islam dalam proses pembelajaran rumpun IPA. Seminar Nasional Teknologi Informasi Komunikasi Dan Industri, 703–708.