

PENGAYAAN MATERI FISIKA UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN SISWA TERHADAP KONSEP DINAMIKA ROTASI DAN KESEIMBANGAN BENDA TEGAR

ENRICHMENT OF PHYSICS MATERIALS TO IMPROVE STUDENTS' UNDERSTANDING OF THE CONCEPT OF ROTATIONAL DYNAMICS AND THE BALANCE OF RIGID BODIES

**Ramacos Fardela¹⁾, Arif Budiman²⁾, Dedi Mardiansyah³⁾, Afdhal Muttaqin⁴⁾,
Mohammad Ali Shafii⁵⁾, Mutya Vonnisa⁶⁾, Elistia Liza Namigo⁷⁾, Dwi
Pujiastuti⁸⁾, Sri Handani⁹⁾, Dian Fitriyani¹⁰⁾, Alimin Mahyudin¹¹⁾, Astuti¹²⁾**

^{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12}Departemen Fisika, Universitas Andalas

¹Email: ramacosfardela@sci.unand.ac.id

Abstrak Dinamika rotasi dan keseimbangan benda tegar adalah topik Fisika yang seringkali dijadikan sebagai materi yang sulit oleh siswa di tingkat SMA karena melibatkan konsep fisika yang lebih kompleks dan matematis daripada beberapa topik lainnya. Untuk mengatasi kesulitan ini, penting untuk memiliki metode pengajaran yang efektif yang menggabungkan demonstrasi visual, eksperimen praktikum, dan pemahaman konsep secara mendalam. Pengabdian dosen fisika untuk membantu pemahaman konsep dinamika rotasi dan keseimbangan benda tegar di SMA dapat dilakukan melalui penyampaian materi yang interaktif dan mudah dimengerti. Departemen Fisika, FMIPA, Universitas Andalas melakukan kegiatan pengabdian ini di SMA N 1 Gunung Talang, Kabupaten Solok, Sumatera Barat. Kegiatan dilakukan melalui beberapa tahap yaitu tahapan persiapan, tahapan pelaksanaan, dan tahapan evaluasi. Hasil pengabdian yang dilakukan mampu meningkatkan pemahan siswa tentang materi Dinamika rotasi dan keseimbangan benda tegar dilihat dari hasil test yang diberikan. SMAN 1 Gunung Talang berharap kegiatan seperti ini dapat dilanjutkan pada pengabdian berikutnya sehingga dapat menumbuhkan minat siswa dalam pelajaran sains khususnya Fisika.

Kata Kunci: Benda Tegar, Dinamika Rotasi, Pembelajaran Fisika

Abstract Rotational dynamics and equilibrium are Physics topics that are often found to be difficult by students at the high school level because they involve physics concepts that are more complex and mathematical than some other topics. To overcome this difficulty, it is important to have effective teaching methods that combine visual demonstrations, practical experiments, and in-depth understanding of concepts. The dedication of physics lecturers to help understand the concepts of rotational dynamics and equilibrium of rigid bodies in high school can be done through the delivery of interactive and easy-to-understand materials. Department of Physics, FMIPA, Andalas University conducted this service activity at SMA N 1 Gunung Talang, Solok Regency, West Sumatra. Activities are carried out through several stages, namely the preparation stage, the implementation stage, and the evaluation stage. The results of the service carried out were able to improve students' understanding of the material Rotational dynamics and balance of rigid objects seen from the test results given. SMAN 1 Gunung Talang hopes that

activities like this can be continued in the next service so that it can foster student interest in science lessons, especially physics.

Keywords: *Rigid Bodies, Rotational Dynamics, Physics Learning*

PENDAHULUAN

Dinamika rotasi dan keseimbangan benda tegar adalah ilmu fisika yang berkaitan dengan gerakan rotasi dan keseimbangan benda padat. Dinamika rotasi adalah studi tentang gerakan rotasi atau gerakan berputar benda padat di sekitar sumbu tertentu. Konsep ini mencakup perhitungan tentang momen inersia (inersia rotasi), yang merupakan kecenderungan suatu benda untuk tetap berputar atau untuk berhenti berputar. Hukum dasar dinamika rotasi mirip dengan hukum Newton untuk gerakan translasi (gerakan lurus): $\Sigma\tau = I\alpha$, di mana $\Sigma\tau$ merupakan jumlah torsi pada benda, I merupakan momen inersia benda, dan α merupakan percepatan sudut yang dihasilkan oleh torsi tersebut.

Keseimbangan benda tegar berkaitan dengan kondisi di mana benda padat berada dalam posisi di mana neto torsi (gaya putar) pada benda adalah nol. Ada dua jenis keseimbangan benda tegar yaitu keseimbangan statis dan dinamis. Keseimbangan statis terjadi ketika benda tetap diam dan tidak mengalami rotasi. Sedangkan keseimbangan dinamis terjadi ketika benda bergerak dengan kecepatan konstan dalam gerakan rotasi. Untuk mencapai keseimbangan statis, torsi neto pada benda harus nol, dan untuk mencapai keseimbangan dinamis, momen inersia benda harus seimbang. Keseimbangan benda tegar adalah konsep penting dalam rekayasa, fisika, dan ilmu terkait lainnya karena membantu kita memahami bagaimana benda-benda padat berinteraksi dengan torsi dan bagaimana mereka dapat tetap stabil dalam situasi tertentu. Dinamika rotasi dan keseimbangan benda tegar merupakan bagian penting untuk memahami pergerakan sistem berputar dalam berbagai konteks, seperti mesin, kendaraan, dan sistem mekanik lainnya.

Dinamika rotasi dan benda tegar adalah topik yang seringkali dijadikan sebagai materi yang sulit oleh siswa di tingkat SMA karena melibatkan konsep fisika yang lebih kompleks dan matematis daripada beberapa topik lainnya (Purnama, dkk., 2022 ;Syahrial, dkk., 2022). Siswa mungkin kesulitan memahami cara menghitung momen inersia untuk berbagai bentuk geometri benda tegar,

seperti lingkaran, batang, atau benda-benda kompleks. Kesulitan dapat timbul dalam memahami bahwa momen inersia adalah analogi dari massa dalam gerakan translasi dan memainkan peran penting dalam hukum Newton untuk rotasi. Selain itu, siswa mungkin mengalami kesulitan dalam memahami hukum Newton untuk rotasi ($\Sigma\tau = I\alpha$), terutama dalam konteks penerapannya pada situasi nyata. Pemahaman tentang bagaimana gaya dan torsi berhubungan dan bagaimana mereka mempengaruhi perubahan gerakan rotasi mungkin menjadi rumit. Selanjutnya, siswa mungkin kesulitan menghubungkan perpindahan sudut (θ), kecepatan sudut (ω), dan percepatan sudut (α) dengan gerakan rotasi. Menggambar analogi antara gerakan linier dan gerakan rotasi dapat menjadi tantangan.

Memahami kondisi keseimbangan benda tegar, baik statis maupun dinamis, bisa membingungkan bagi beberapa siswa. Konsep torsi neto nol untuk mencapai keseimbangan statis dan momen inersia yang seimbang untuk keseimbangan dinamis mungkin sulit dipahami. Dinamika rotasi dan benda tegar sering kali melibatkan perhitungan matematis yang kompleks, termasuk integral dan diferensial, yang bisa menjadi tantangan bagi beberapa siswa. Untuk mengatasi kesulitan ini, penting untuk memiliki metode pengajaran yang efektif yang menggabungkan demonstrasi visual, eksperimen praktikum, dan pemahaman konsep secara mendalam. Siswa juga dapat diarahkan untuk memecahkan masalah berbasis rotasi dan benda tegar dalam konteks nyata. Tutoran tambahan dan latihan soal yang mencakup beragam situasi dapat membantu siswa memahami konsep ini dengan lebih baik. Selain itu, sumber daya online dan aplikasi simulasi dapat digunakan untuk memberikan visualisasi interaktif tentang konsep-konsep ini.

Beberapa upaya telah dilakukan peneliti untuk mengatasi kesulitan siswa dalam memahami konsep dinamika rotasi dan keseimbangan benda tegar. Nurdawia, dkk (2018) telah melakukan penelitian terkait keefektifan modul pembelajaran konstruktivistik mengenai dinamika dan keseimbangan benda tegar sebagai sumber belajar bagi siswa SMA yang bertujuan mengkaji tingkat praktisan modul konstruktivistik dalam topik dinamika rotasi dan keseimbangan benda tegar menggunakan model ADDIE dalam pengajaran fisika di SMA. Selanjutnya, Sari & Nana (2020) berupaya untuk mengetahui pengaruh penerapan model REACT yang

didukung oleh laboratorium virtual terhadap pemahaman siswa pada topik dinamika rotasi dan kesetimbangan benda tegar. Hasil yang didapatkan menyatakan model pembelajaran REACT yang dilengkapi dengan laboratorium virtual dapat meningkatkan pemahaman konsep siswa dalam materi kesetimbangan benda tegar.

Materi dinamika rotasi dan keseimbangan benda tegar juga sering muncul dalam soal Olimpiade. Pengabdian yang dilakukan oleh Erfan, dkk. (2019) di SMA N 4 Sumbawa salah satunya menjelaskan tentang dinamika rotasi dan keseimbangan benda tegar. Peranan Sekolah dan Universitas dapat membantu peningkatan kemampuan siswa dalam memahami konsep dinamika rotasi dan benda tegar. Ismet, dkk. (2022) melakukan pengabdian untuk Persiapan Mengikuti Kompetisi Sains Nasional Bidang Fisika di Kota Prabumulih. Kegiatan ini melibatkan dosen pendidikan Fisika bekerja sama dengan Guru di sekolah tersebut. Universitas Andalas memiliki Program Studi S1 dan S2 Fisika pada Departemen Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Departemen Fisika secara konsisten melakukan kegiatan pengabdian kepada masyarakat, sebagai salah satu aspek penting dari Tri Dharma Perguruan Tinggi (Fardela, dkk., 2022; Mardiansyah, dkk, 2023). Kegiatan pengabdian dilakukan setiap semester oleh Departemen Fisika yang merupakan program pembinaan untuk siswa SMA di wilayah Sumatera Barat (Muttaqin, dkk., 2023). Melalui kegiatannya ini, khususnya untuk pembelajaran konsep dinamika rotasi dan keseimbangan benda tegar di SMA sangat penting sebagai upaya membantu para siswa mengatasi tantangan dalam mempelajari konsep tersebut.

Kegiatan pengabdian ini bekerja sama dengan SMA N 1 Gunung Talang yang berlokasi di Kabupaten Solok, Provinsi Sumatera Barat. SMA N 1 Gunung Talang telah setuju untuk berkolaborasi dalam kegiatan pengabdian ini dan membutuhkan pengayaan materi mengenai dinamika rotasi dan keseimbangan benda tegar untuk siswa Kelas XI. Tujuan utama dari pengabdian ini adalah untuk memperkuat pemahaman para siswa SMAN 1 Gunung Talang mengenai konsep-konsep tersebut. Melalui pengabdian ini, harapannya adalah para siswa akan mendapatkan pemahaman yang lebih baik mengenai konsep dasar tentang dinamika rotasi dan keseimbangan benda tegar, mendapatkan pengalaman belajar bermakna

bersama dosen dari Departemen Fisika Unand dan semakin tertarik pada mata pelajaran Fisika.

METODE

Kegiatan ini dilaksanakan di SMAN 1 Gunung Talang, Kabupaten Solok, Provinsi Sumatera Barat secara daring, dengan alur kegiatan disajikan pada Gambar 1. Sasaran kegiatan ini adalah siswa kelas XI dengan jurusan IPA dan dibimbing oleh Guru Fisika di SMA N 1 Gunung Talang.



Gambar 1. Tahapan Kegiatan Pengabdian di SMA N 1 Gunung Talang

Gambar 1 merupakan tahapan kegiatan pengabdian yang dilakukan di SMA N 1 Gunung Talang. Diawali dengan tahap persiapan yang terdiri dari survei tempat pengabdian, izin melaksanakan kegiatan pengabdian dilakukan dengan mengirimkan surat kepada SMA N 1 Gunung Talang. Selain itu, penentuan topik yang diberikan kepada sekolah tersebut atas usulan guru mata pelajaran fisika, topik yang dianggap perlu mendapat pendampingan adalah dinamika rotasi dan keseimbangan benda tegar di kelas XI. Tahapan berikutnya adalah proses pelaksanaan kegiatan yang dilaksanakan secara daring, materi inti disampaikan oleh dosen selama 1 jam 30 menit selama 2 hari.

Setelah materi diberikan, langkah berikutnya dilakukan proses evaluasi. Sebelum penyampaian materi di pertemuan pertama, dilakukan kuis berupa pre-test. Kemudian, post-test diberikan pada pertemuan kedua setelah semua materi pengayaan disampaikan oleh dosen. Soal pretest dan posttest dibuat sama sehingga peningkatan pemahaman siswa dapat diukur. Setelah proses ini dilakukan maka

dilakukan pengolahan data nilai pre-test dan post-test. Siswa yang mendapatkan nilai 100 diberikan kenang-kenangan oleh Departemen Fisika, FMIPA, Unand.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan ini melibatkan dosen Fisika dan mahasiswa fisika, pembagian tugas disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pembagian tugas tim pengabdian

Uraian Tugas	Partisipan
Ide Pengabdian dan konsep pelaksanaan	Dr. Ramacos Fardela, Dr. Afdhal Muttaqin, Dr. Dedi Mardiansyah
Persiapan lokasi pengabdian, pembuatan surat izin pengabdian, pembuatan tugas dan administrasi lainnya	Dr. Dwi Puryanti, Dwi Pujiastuti, M.Si., Dr. Sri Handani
Persiapan pre-test dan post-test pemeriksaan tingkat kesulitan soal	Dr. Mohammad Ali Shafii, Mutya Vonnisa, M.Sc. Elistia Liza Namigo, M.Si. dibantu oleh asisten dosen Aisyah Era Jelita, S.Si.
Persiapan dan penyampaian materi	Arif Budiman, M.Si (pemateri), Astuti, M.Si. (persiapan), Trengginas Eka Putra Sutantyo, M.Si. (persiapan)
Penulisan Laporan akhir dan penulisan artikel pengabdian	Dr. Ramacos Fardela dan seluruh anggota tim terlibat dalam proses pengecekan

Kegiatan ini diawali dengan pembukaan yang dihadiri oleh seluruh peserta pengabdian yang terdiri atas dosen, siswa, mahasiswa, guru mata pelajaran fisika, Ketua Departemen Fisika dan Kepala SMA N 1 Gunung Talang, dokumentasi kegiatan ini disajikan pada Gambar 2.



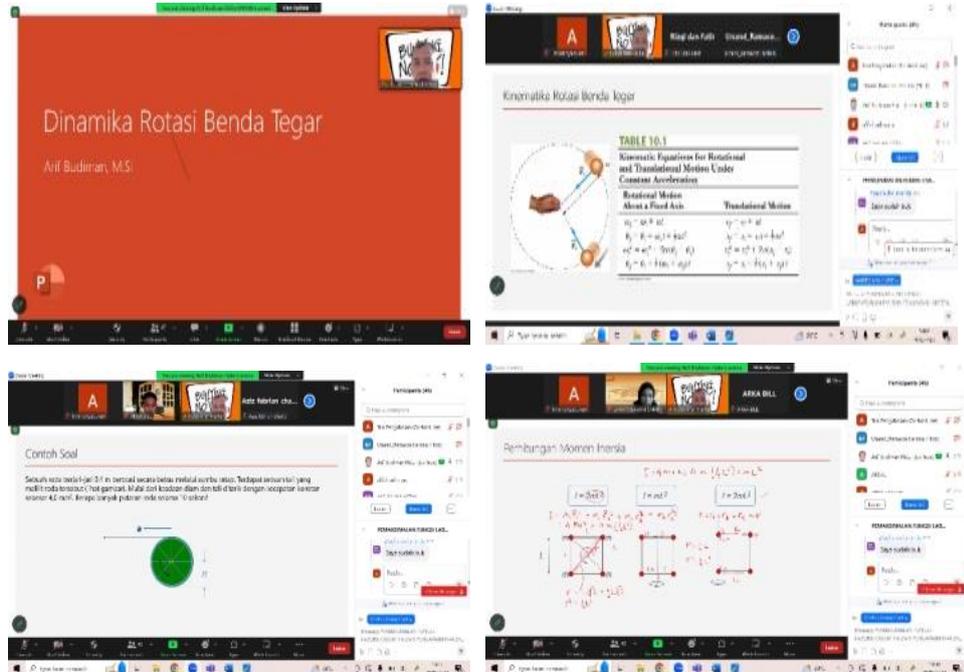
(a)



(b)

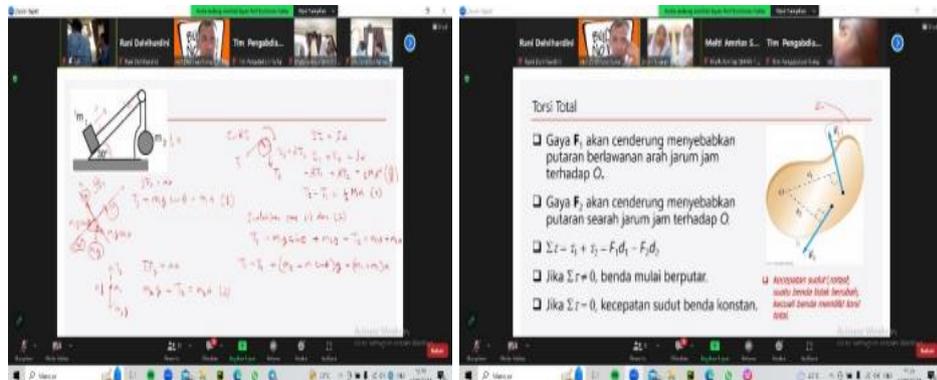
Gambar 2. (a), (b) Dokumentasi pembukaan kegiatan pengabdian di SMA N 1 Gunung Talang

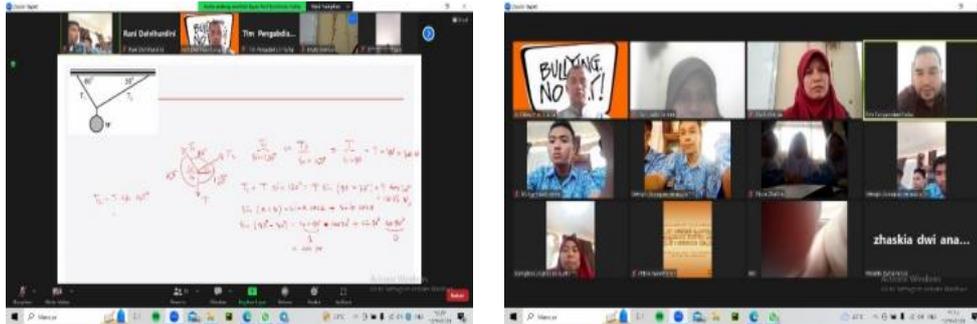
Selanjutnya pemberian soal pre-test pada siswa Kelas XI dengan peserta sebanyak 38 orang. Soal pretest dapat diakses pada link yang sudah disediakan ini <https://forms.gle/qJqTnytXJFXKM8SQA>. Selanjutnya penyampaian materi inti oleh dosen Fisika, kegiatan berlangsung sangat interaktif dengan melibatkan siswa, dokumentasi kegiatan disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Kegiatan penyampaian materi dan pembahasan soal pada hari pertama pengabdian

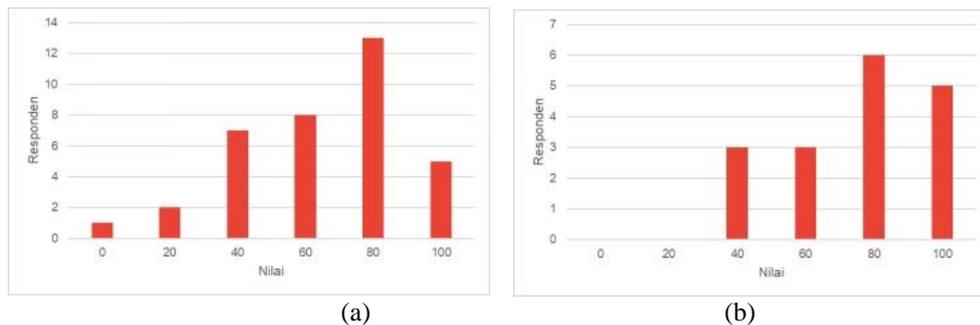
Dosen sebagai pemateri pada kegiatan ini mampu menghidupkan suasana di kelas sehingga pembelajaran tidak monoton dan menjadi menyenangkan. Pada hari kedua penyampaian materi inti kembali diberikan oleh dosen, dokumentasi ditampilkan pada Gambar 4.





Gambar 4. Penyampaian materi inti oleh dosen yang diikuti siswa dan guru fisika di SMAN 1 Gunung Talang

Kegiatan pengayaan materi dinamika rotasi dan keseimbangan benda tegar sangat membantu para siswa dalam mempelajari konsep-konsep penting dengan mudah. Guru fisika di SMA N 1 Gunung Talang juga mendapatkan manfaat dari pengayaan materi yang disampaikan dosen. Proses selanjutnya untuk melihat peningkatan kemampuan siswa diberikan kuis berupa post-test. Soal dirancang sama dengan pre-test, hasil capaian disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. (a) hasil nilai pre-test (b) nilai post-test siswa yang mengikuti pengayaan materi dinamika rotasi dan benda tegar di SMA N 1 Gunung Talang

Jika dilihat dari jumlah siswa yang mengikuti pre-test dan post-test tidak lah sama banyak. Hal ini dikarenakan pada saat pemberian materi pada hari kedua terdapat gangguan jaringan sehingga sekolah mengambil inisiatif untuk menampilkan materi menggunakan infokus. Pada waktu *post test* berlangsung tidak semua siswa memiliki jaringan pada HP nya sehingga partisipan menjadi berkurang. Namun, jika dilihat dari hasil test yang tertera pada Gambar 5 maka terjadi peningkatan kemampuan siswa dan sudah tidak ada siswa yang mendapatkan nilai 0 dan 20.

KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian yang dilakukan di SMA N 1 Gunung Talang dirasakan manfaatnya oleh siswa dan guru. Pengetahuan konsep fisika khususnya materi Dinamika Rotasi dan Keseimbangan Benda Tegar menjadi meningkat. Guru berharap kegiatan seperti ini kedepannya dapat dilanjutkan secara tatap muka dengan melibatkan kelas yang lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Bustomi, M. A., & Susarsono. (2021). Pembinaan OSP IPA SMP Sekota Surabaya oleh Departemen Fisika Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). *Jurnal Altifani Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat*, 1(2), 69-76.
- Desnita, Fadilah, N., & Budi, E. (2016). Pengembangan Buku Pengayaan "Kajian Fisis Peristiwa Angin Puting Beliung" untuk Siswa SMA. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 2(2), 97-104.
- Doyan, A., Susilawati, Taufik, M., Kosim, & Ardhuha, J. (2018). Pengayaan Materi Olimpiade Fisika dan Pelatihan Penyelesaian Soal-Soal Olimpiade Fisika Bagi Siswa di SMPN 9 Mataram. *Jurnal Pendidikan dan Pengabdian Masyarakat*, 1(2), 311-314.
- Erfan, M., Ratu, T., Yahya, F., Walidain, S. N., & Fitriyanto, S. (2019). Pendampingan Persiapan Olimpiade Sains Nasional (OSN) Tingkat Kabupaten Bagi Siswa SMA Negeri 4 Sumbawa. *Jurnal Pendidikan dan Pengabdian Masyarakat*, 2(1).
- Fajar, D. M., & Rohmah, I. G. (2019). Kajian Eksperimen Pengukuran Suhu Matahari Menggunakan Peralatan Sederhana Sebagai Pengayaan Materi Radiasi Di Tingkat SMA. *Indonesian Journal of Mathematic and Natural Science Education*, 1(1), 9-18.
- Fardela, R., Mardiansyah, D., Yusfi, M., Namigo, E. L., Vonnisa, M., Taufiq, I., et al. (2022). Optimalisasi Pemanfaatan Media Online Phet Simulation Untuk Upaya Peningkatkan Pemahaman Konsep Fisika di SMA N 2 Harau. *Indonesian Journal of Community Empowerment and Service (ICOMES)*, 2(2), 58-62.

- Ismet, I., Wiyono, K., Andriani, N., Supardi, S., Muniarti, M., Pasaribu, A., et al. (2022). Kerja Sama Guru dan Dosen Sebagai Upaya Persiapan Mengikuti Kompetisi Sains Nasional Bidang Fisika di Kota Prabumulih. *Bubungan Tinggi Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(2), 727.
- Jufrida, Kurniawan, W., Basuki, F. R., & Okkasaputra, M. F. (2021). Pengembangan Buku Pengawayaan Fisika Materi Bunyi pada Alat Musik Tradisional Jambi. *Physics and Science Education Journal (PsEJ)*, 1(2), 58-66.
- Mardiansyah, D., Muttaqin, A., Fardela, R., Irka, F. H., Handani, S., Dahlan, D., et al. (2023). Pengelolaan Laboratorium Bagi Guru-Guru Fisika dan Perancangan Laboratorium Percontohan di SMAN 2 Harau. *BERNAS: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 4(1), 69-77.
- Munif, M., Syukur, M., & Basri, M. H. (2019). Pengayaan Materi Pelajaran Fisika Berupa Pelatihan Untuk Guru Dan Siswa Madrasah Aliyah Ikut OSN/KSM Tingkat Kota Situbondo . *Jurnal Pemikiran dan Pendidikan Islam*, 12(2), 203-217.
- Muttaqin, A., Pohan, A. F., Taufiq, I., Sutantyo, T. E., & Mardiansyah, D. (2023). Sekolah Binaan-HIMAFI Universitas Andalas Mengajar SMP 41 Padang. *BERNAS: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(2), 1259-1264.
- Nurdawia, N., Zulirfan, Z., & Fakhruddin, Z. (2018). The Practicallity Of Rigid Body Dynamics Constructivist Module As Phyisc Learning Resource Of Senior High School Students. *Jurnal Geliga Sains: Jurnal Pendidikan Fisika*, 6(2), 120-126.
- Sari, P. Y., & Nana, N. (2020). Pengembangan alat praktikum berbasis arduino uno materi kesetimbangan benda tegar (momen inersia dan momentum sudut). *Jurnal Riset dan Kajian Pendidikan Fisika e-ISSN*, 7(1), 9-14.
- Syahrial, A. H., Deliana, W., Cahyani, V. D., & Husaini, A. F. (2022). Pembelajaran Fisika Materi Mekanika Benda Tegar. *Mitra Pilar: Jurnal Pendidikan. Inovasi Dan Terapan Teknologi*, 1(2), 119-140.

Yuniati, Y., Purwiyanti, S., & Martin, Y. (2019). Sosialisasi Implementasi Buah-Buahan Sebagai Sumber Energi Listrik Untuk Pengayaan Pelajaran Fisika Bagi Siswa SMA YP UNILA. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(1).