

Pemanfaatan Sensor Berbasis Mikrokontroler untuk Menguji Kualitas Air Dalam Implementasi Merdeka Belajar di SMAS Muhammadiyah Kota Jayapura

Wahyu Kumala Sari¹, Rahman², Hardi Hamzah³, Yunita Wulandari⁴, Udin Ramazakir⁵, Ratnawati⁶, Ririn Hariyani⁷, Adrianto Minti⁸, Umi Nurjanah⁹, Rosalia Indarti¹⁰

^{1,2,3,10}Prodi fisika, FMIPA, Universitas Cenderawasih, Jalan Kampus baru komplek Uncen Waena, Kota Jayapura, 99351- Indonesia

^{4,5,6,7,8,9} SMA Muhammadiyah Kota Jayapura, Jalan Abepantai No 25 Abepura Kota Jayapura, 99134-Indonesia

E-mail: kumalasariwahyu3@gmail.com

Article History:

Received: 01 November 2024

Revised: 27 November 2024

Accepted: 30 November 2024

Keywords: Arduino, kurikulum merdeka, sensor pH, SMAS Muhammadiyah Kota Jayapura

Abstrak: Kota Jayapura sebagai salah satu kota besar di Indonesia yang mengalami permasalahan air. Penggunaan sensor berbasis mikrokontroler dapat digunakan untuk menguji kualitas fisik air. Kurikulum merdeka belajar memberi ruang kepada siswa untuk melakukan praktik dalam wadah proyek. Ada banyak tema proyek dalam kurikulum Merdeka belajar sebagai penguat profil pelajar pancasila, salah satunya adalah berteknologi dan berekayasa untuk membangun Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI). Berdasarkan hal tersebut, maka dilakukan kegiatan pengabdian yang sekaligus menjadi implementasi kurikulum Merdeka dengan tema tersebut. Kolaborasi tersebut terwujud dalam kegiatan dengan topik memanfaatkan sensor berbasis mikrokontroler untuk menguji kualitas air dalam implementasi merdeka belajar di SMAS Muhammadiyah Kota Jayapura. Parameter yang diukur meliputi suhu, pH, kekeruhan. Kegiatan dilakukan dikelas XI dengan 4 rombel. Tahapan kegiatan proyek meliputi tahap eksplorasi, tahap ideasi, tahap aksi, dan tahap presentasi hasil. Pada tahap eksplorasi, tahap ideasi, dan tahap presentasi hasil kelas dipegang penuh oleh guru sebagai fasilitator. Sedangkan pada tahap aksi, kelas diisi oleh tim pengabdian. Tahap aksi ini adalah tahap siswa mengenal dan menggunakan teknologi yaitu sensor berbasis mikrokontroler, dalam hal ini yang digunakan adalah arduino. Capaian dari kegiatan ini adalah terlaksana beberapa indikator kinerja utama perguruan tinggi, pemahaman dan penguasaan teknologi, kesadaran lingkungan, penguatan merdeka belajar, peningkatan kolaborasi.

Setelah segitatan ini di harapkan ada keberlanjutan terkait materi pembelajaran ataupun kolaborasi selanjutnya.

PENDAHULUAN

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan di SMAS Muhammadiyah Jayapura diperoleh informasi bahwa sekolah sudah menerapkan kurikulum merdeka. Konsekuensi kurikulum merdeka adalah menerapkan program merdeka belajar dan pembelajaran berbasis proyek. Program Merdeka belajar merupakan program dimana siswa dan guru sama-sama bebas berinovasi untuk meningkatkan kualitas belajar mereka. Pembelajaran berbasis proyek dimana terdapat 8 tema proyek dalam merdeka belajar yang harus dilaksanakan selama siswa menempuh Pendidikan SMA, delapan tema tersebut adalah : bangunlah jiwa dan raga, gaya hidup berkelanjutan, bhineka tunggal ika, kearifan local, kewirausahaan, suara demokrasi, berekayasa dan berteknologi untuk membangun NKRI, dan kebermanfaatan. Masing-masing kegiatan dalam tema tersebut harus memuat profil pelajar Pancasila yaitu : beriman, bertakwa kepada Tuhan YME, dan berakhlak mulia; mandiri; bernalar kritis; kreatif; bergotong royong, berkebinekaan global.

Terdapat tiga tahapan penting untuk mendukung sekaligus menjadi guru penggerak kebijakan Merdeka Belajar yaitu membangun ekosistem pendidikan berbasis teknologi, berkolaborasi dengan lintas pihak, dan menggunakan data serta inovasi teknologi sebagai acuan kebijakan dan pola pembelajaran. Ekosistem Pendidikan berbasis teknologi tidak sekedar membuat system pendidikan yang tidak ketinggalan zaman tetapi ditujukan supaya mendorong munculnya kreativitas, inovasi dan karakter penggerak bagi pendidik. Pemanfaatan sensor berbasis mikrokontroler merupakan penerapan teknologi di sekolah yang sangat cocok dalam konteks merdeka belajar. Dalam konteks inilah merdeka belajar menjadi bagian pokok dari usaha bersama untuk menghasilkan manusia yang berkualitas (Widodo dkk., 2020). Merdeka belajar berarti bahwa baik guru maupun siswa memiliki kebebasan berinovasi, kebebasan untuk belajar secara mandiri dan kreatif melalui penciptaan suasana belajar yang bahagia (Rosida, 2020).

Berdasarkan informasi tersebut, penting untuk diterapkannya pembelajaran berbasis teknologi yang bersesuaian dengan program Merdeka Belajar dengan metode pembelajaran *Project based learning* dengan memanfaatkan sensor berbasis mikrokontroler yang diharapkan mampu meningkatkan minat belajar siswa. Model pembelajaran *Project based learning* merupakan salah satu model pembelajaran yang sesuai dengan kurikulum merdeka belajar. Penelitian mengenai Penerapan model *Project Based Learning* dapat meningkatkan sikap ilmiah dan hasil belajar peserta didik (Purwanto dkk., 2021) (Wicaksana & Sanjaya, 2022). *Project based learning* menurut Saefudin (2014) merupakan metode pembelajaran yang menggunakan masalah sebagai langkah awal dalam mengumpulkan dan mengintegrasikan pengetahuan baru berdasarkan pengalamannya dengan beraktivitas secara nyata dalam kehidupan. Hal ini dilakukan untuk membantu, mendorong dan membimbing peserta didik fokus pada kerja sama dengan melibatkan kerja kelompok dan membantu siswa untuk fokus pada perkembangan mereka.

Pada penelitian penggunaan sensor pH berbasis Arduino, diperoleh informasi bahwa waktu yang dibutuhkan dari larutan pH 7.00 kelarutan asam adalah 16 detik sedangkan dari larutan pH 7.00 kelarutan basa adalah 8 detik. Hal tersebut menjelaskan bahwa system mampu menangani perubahan lingkungan yang terjadi pada sensor meskipun jika lingkungan berubah keasaman cenderung membutuhkan waktu yang sedikit lama (Pambudi dkk., 2018). Penelitian yang

dilakukan oleh Afandi dan Amdani (2018) yang menyelidiki tentang sensor pH dan sensor TDS sebagai alat untuk mendeteksi air minum yang layak konsumsi, dari penelitian tersebut diperoleh bahwa sensor pH meter dan TDS dapat digunakan sebagai parameter untuk menguji tingkat kelayakan air minum. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan Prayoga dkk (2018), dalam penelitiannya terhadap tingkat kekeruhan keasaman air menggunakan *mikrokontroler* Arduino diperoleh hasil diantaranya, alat ukur yang telah dibuat dapat menentukan kualitas air dari parameter kekeruhan, keasaman, dan suhu air. Istoni (2018), melakukan penelitian mengenai Implementasi Sistem Monitoring Kualitas Air Berbasis Intelligent Sensor pH dan Temperatur pada *WTP PNJ*, dari hasil penelitian tersebut berhasil membuat sebuah rancangan alat dan berfungsi dengan baik. Hasil yang didapat yaitu pH air yang ada di sumber WTP PNJ sampai saat ini cukup rendah dari yang seharusnya 6-7. Ariska (2019) yang melakukan penelitian tentang pH, menyatakan bahwa sensor pH berbasis arduino dapat digunakan sebagai alat untuk melakukan pengecekan terhadap kualitas air yang akan dikonsumsi, Menurut Fitri Ariska dkk. (2019) Pada pengukuran keasaman dipengaruhi oleh suhu sekitar dikarenakan keasaman atau pH air akan berubah sesuai naik dan turunnya suhu air tersebut, jadi pada saat pengukuran suhu idealnya adalah 25 derajat celcius.

Tim pengabdian melakukan kolaborasi dengan pihak SMA dalam kegiatan proyek bertema berekayasa dan berteknologi untuk membangun NKRI dengan topik kegiatan pemanfaatan sensor berbasis mikrokontroler untuk menguji kualitas air dalam implementasi merdeka belajar di SMAS Muhammadiyah Kota Jayapura. Kegiatan ini menggunakan data serta inovasi teknologi sebagai acuan kebijakan dan pola pembelajaran. Data hasil pengukuran menggunakan sensor berbasis mikrokontroler dapat langsung terekam pada laptop atau PC. Data ini kemudian diolah dan dianalisis untuk memperoleh gambaran sifat fisis air yang diuji.

METODE

Metode yang digunakan dalam kegiatan ini diskusi, ceramah, praktikum. Dalam pelaksanaan kegiatan ini digunakan alat berupa laptop, proyektor atau TV, set praktikum Arduino sensor pH, sampel air. Jadwal kegiatan proyek kelas XI dengan tema berekayasa dan berteknologi untuk membangun NKRI dilaksanakan 1 minggu dengan system blok yaitu pada tanggal 2-6 September 2024.

Kegiatan proyek terbagi menjadi 4 tahap. Pertama tahap eksplorasi dimana murid menggali berbagai informasi yang berkaitan dengan kualitas air di lingkungannya. Kedua tahap ideasi, pada tahap ini fasilitator memberikan ruang diskusi eksploratif dan terbuka bagi seluruh murid untuk saling memberi pendapat dan pandangan terkait kualitas air serta pengujianya. Ketiga tahap aksi, kegiatan ditahap ini hari pertama fasilitator dan tim ahli memperkenalkan berbagai alat sensor, praktik merakit alat. Hari kedua siswa merakit dan menguji kualitas air. Keempat tahap presentasi, kegiatannya fasilitator memberikan ruang bagi seluruh murid untuk dapat menyajikan hasil dari aktifitas yang telah mereka lakukan secara bertanggung jawab. Dalam setiap satu kelas akan didampingi 2 orang guru dan 1 orang dari tim pengabdian (Palayukan dkk., 2023)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pemanfaatan sensor berbasis mikrokontroler untuk menguji kualitas air di SMAS

Muhammadiyah Kota Jayapura rencana awal merupakan kegiatan pengabdian dosen, tetapi setelah diskusi dengan pihak sekolah, maka diputuskan kegiatan ini merupakan kolaborasi dari kegiatan pengabdian dosen dan kegiatan proyek kurikulum merdeka belajar. Bagi SMA Muhammadiyah Kota Jayapura, kegiatan proyek adalah hal utama mengingat sekolah tersebut adalah sekolah penggerak (Rahayu dkk., 2022).

Saat ini sudah banyak sekolah yang mulai menggunakan teknologi dalam proses pembelajarannya. Diantaranya adalah Kontruksi model pembelajaran STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*) dengan pendekatan design thinking pada materi energi terbarukan (Febriansari dkk.,2022). Membangun Sistem sederhana IoT pengendali LED menggunakan Arduino nodemcu ESP8266 di SMK Media Informatika (Abdullah dkk., 2024). Analisis Kompetensi Guru Pendidikan Islam Dalam Pengembangan Kurikulum Merdeka Menuju Local Genius 6.0 Ideas Internet Of Things (IoT) (Kurniawan dkk., 2024). Utilization of Microcontroller Based Sensors in the Implementation of Independent Learning at MA YPKP Sentani Jayapura(Hamzah dkk., 2024).

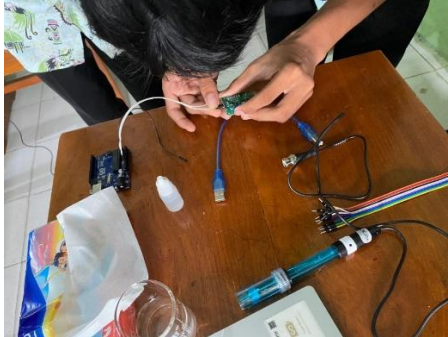
Kualitas air dibutuhkan bagi keberlangsungan kehidupan terutama kesehatan manusia. Air menjadi kebutuhan utama manusia. Berdasarkan asesmen awal pembelajaran dan diskusi dengan siswa diketahui bahwa banyak siswa SMA Muhammadiyah Kota Jayapura belum memiliki kepedulian mendalam terhadap kualitas air yang dikonsumsi sehari-hari. Oleh karena itulah, tim fasilitator SMA Muhammdiyah Kota Jayapura memilih tema “ Berekayasa dan Berteknologi Untuk Membangun NKRI”. Judul topik yang diambil untuk proyek bertemakan berekayasa dan berteknologi untuk membangun NKRI adalah pemanfaatan sensor berbasis mikro controller untuk menguji kualitas air dalam implementasi Merdeka belajar di SMA Muhammadiyah Kota Jayapura. Hal tersebut dipilih dan ditentukan Bersama-sama dengan seuruh murid, sehingga nantinya murid mampu mencapai pemahaman yang lebih bermakna. Rincian kegiatan proyek tersebut seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Rincian kegiatan proyek Merdeka belajar

Alur kegiatan proyek	Rincian aktivitas
Tahap eksplorasi	Murid akan diajak untuk mengeksplorasi : 1. Mengetahui kondisi air di lingkungan 2. Mengetahui gaya hidup sehat (asesmen pembelajaran awal) 3. Sadar untuk menjaga kualitas air yang dikonsumsi 4. Diskusi mengapa kita perlu “mengetahui dan menjaga kualitas air konsumsi?”
Tahap ideasi	Murid akan diajak untuk mengeksplorasi : 5. Menyusun strategi untuk menguji kualitas air 6. Menyusun proposal project dengan topik khusus “ pemanfaatan sensor berbasis mikrokontroler untuk menguji kualitas air”
Tahap aksi	Murid akan diajak untuk mengeksplorasi : 7. Hari pertama :fasilitator (guru) bersama tim ahli (tim pengabdian) menyampaikan eksplorasi teori : pengenalan macam-macam sensor serta manfaatnya, pengenalan dan praktik instal alat. 8. Hari kedua : membawa sampel air, memprogram dan menguji pH sampel.

Tahap presentasi	Murid akan diajak untuk mengeksplorasi : 9. Presentasi dan evaluasi proyek
------------------	---

Pada kegiatan proyek ini, tim pengabdian dijadwalkan masuk kelas pada tahap ketiga yaitu tahap aksi. Tahap aksi dilakukan selama 2 hari. Tahap aksi ini adalah tahap siswa mengenal dan menggunakan teknologi yaitu sensor berbasis mikrokontroler, dalam hal ini yang digunakan adalah arduino. Kegiatan siswa merangkai Arduino dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. siswa merangkai Arduino

Kegiatan siswa mengecek bahasa pemrograman dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Siswa mengecek pemrograman

ada kegiatan ini diperoleh hasil :

- 1) Peningkatan pemahaman siswa tentang teknologi dan kualitas air. Sebanyak 159 siswa terlibat dalam kegiatan. Mereka dapat mengidentifikasi parameter-parameter yang mempengaruhi kualitas air. Siswa belajar sensor berbasis mikrokontroler, kemudian siswa dapat mengukur parameter fisik yaitu pH menggunakan sensor.
- 2) Penerapan pembelajaran berbasis proyek. Setiap kelompok siswa berhasil membuat proyek mandiri berupa sistem pengujian kualitas air. Mereka memprogram mikrokontroler untuk membaca data sensor pH. Siswa bekerja dalam kelompok untuk

menyelesaikan tugas, memperkuat keterampilan kolaboratif dan keterampilan problem-solving mereka. Mereka juga belajar cara menganalisis data dan mempresentasikan hasilnya. Kegiatan ini selaras dengan kurikulum Merdeka Belajar, di mana siswa didorong untuk lebih aktif dalam mengambil peran dalam proses pembelajaran. Mereka dapat melakukan eksplorasi mandiri dan mempraktikkan konsep-konsep yang telah dipelajari secara langsung.

- 3) Transfer teknologi dan pengetahuan. Selain siswa, karena dalam setiap kelas ada 2 guru sebagai fasilitator maka secara tidak langsung guru tersebut mendapat pengetahuan teknis terkait teknologi sensor dan mikrokontroler, dalam hal ini digunakan arduino. Siswa dan fasilitator dalam hal ini guru dilatih dalam programming dasar mikrokontroler seperti Arduino, pemrograman untuk membaca sensor, dan cara mengolah data yang dihasilkan. Guru kini memiliki pengetahuan untuk menerapkan teknologi ini dalam pembelajaran sehari-hari di kelas. Kegiatan ini menghasilkan modul pelatihan dan dokumentasi teknis yang dapat digunakan oleh guru dan siswa untuk melanjutkan proyek di kemudian hari. Modul ini mencakup langkah-langkah teknis perakitan perangkat, pengambilan data, serta cara interpretasi hasil pengukuran kualitas air.
- 4) Peningkatan kesadaran dan partisipatif dalam ilmu lingkungan. Kegiatan ini meningkatkan kesadaran siswa tentang isu lingkungan, terutama terkait dengan kualitas air di lingkungan sekitar mereka. Setelah melakukan pengujian kualitas air, siswa menyadari betapa pentingnya menjaga kebersihan air dan bagaimana pencemaran air dapat berdampak negatif pada ekosistem dan kesehatan manusia. Siswa diberi kesempatan untuk mengambil sampel air dari berbagai lokasi, seperti sungai, sumur, dan air keran di lingkungan sekolah. Hasil pengujian menunjukkan perbedaan kualitas air yang mengarahkan diskusi tentang faktor-faktor yang memengaruhi pencemaran air.
- 5) Pengembangan keterampilan teknis dan analisis. Siswa belajar menggunakan sensor pH serta mengoperasikan mikrokontroler arduino. Mereka juga belajar mengalirkan data ke komputer untuk dianalisis lebih lanjut. Penguasaan ini tidak hanya mendukung pembelajaran sains, tetapi juga memberikan keterampilan teknis dasar yang dapat diterapkan dalam karier masa depan. Siswa diajarkan untuk menganalisis data dari hasil pengujian sensor dan membuat kesimpulan ilmiah berdasarkan hasil tersebut. Mereka belajar menyusun laporan ilmiah yang mencakup latar belakang masalah, metode, hasil, dan analisis.
- 6) Penguatan kolaborasi guru-siswa dan antar siswa. Melalui pembelajaran berbasis proyek, siswa mengembangkan keterampilan bekerja dalam tim, berdiskusi, dan memecahkan masalah bersama-sama. Setiap kelompok diberi tanggung jawab untuk menyelesaikan tugas mereka dan mempresentasikan hasilnya di depan teman-teman lain. Siswa juga belajar saling berbagi pengetahuan teknis, sehingga mereka yang lebih cepat memahami konsep teknologi dapat membantu yang lain. Guru dilibatkan dalam setiap tahap kegiatan, mulai dari perencanaan hingga pelaksanaan. Guru berperan sebagai fasilitator yang membantu siswa dalam proses belajar mandiri.
- 7) Pengembangan Proyek Jangka Panjang dan Sustainability. Setelah kegiatan pengabdian selesai, sekolah membuka kesempatan bagi tim pengabdian untuk berkoordinasi lebih lanjut jika ada kegiatan yang bisa dikolaborasikan lagi untuk kegiatan proyek selama dalam 8 tema proyek kegiatan Merdeka belajar. Kegiatan ini membuka pintu kerjasama antara sekolah dan universitas dalam bentuk program pelatihan lanjutan, penelitian bersama, dan

penyusunan modul pembelajaran berbasis proyek. Hal ini bertujuan untuk memperkuat hubungan antara pendidikan menengah dan pendidikan tinggi.

Hasil pembelajaran positif ini juga dilaporkan pada kegiatan Pemanfaatan Sensor Berbasis Mikrokontroler Untuk Menguji Kualitas Air Dalam Implementasi Merdeka Belajar Di Sma Negeri 4 Kota Jayapura (Rahman dkk., 2024). Konsep pembelajaran proyek P5 dengan metode praktek berkelompok meningkatkan keterampilan berfikir. Hal ini juga diungkapkan pada publikasi Peserta Didik Menggunakan Modul Pembelajaran Fisika Yang Berbasis Pendekatan Saintifik Materi Suhu Dan Perubahannya. (Nurhidayah dkk., 2023) dan (Rienovita dkk., 2024)

KESIMPULAN

Kegiatan pemanfaatan sensor berbasis mikrokontroler untuk menguji kualitas air dalam implementasi merdeka belajar di SMAS Muhammadiyah Kota Jayapura telah dilaksanakan, kegiatan ini memberikan kontribusi dalam mengembangkan keterampilan teknologi siswa, meningkatkan pemahaman mengenai kualitas air, serta memperkuat kolaborasi antara sekolah dan perguruan tinggi. Meski kegiatan ini secara umum berjalan dengan baik, beberapa kendala, seperti keterbatasan waktu, keterbatasan sensor dan laptop, serta kesiapan siswa, masih perlu mendapatkan perhatian.

DAFTAR REFERENSI

- Abdullah, S., Fauzi, R., Setiawan, I., (2024). Membangun Sistem sederhana IoT pengendali LED menggunakan Arduino nodemcu ESP8266 di SMK Media Informatika. *Dinamika Jurnal Pengabdian Masyarakat*. 2(1), 36-41. <https://doi.org/10.56457/dinamika.v2i1.577>
- Afandi, I., Amdani, K. (2018). Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kelayakan Air Minum yang diproduksi Depot Air Minum Isi Ulang (AMIU) Bebasasi *Mikrokontroler* AT89S51 dan LCD Menggunakan Inframerah dan Photodiode Sebagai Indikator. *Jurnal Einstein*, 6(2) , 39-44. [rg/10.24114/einstein.v6i2.12080](https://doi.org/10.24114/einstein.v6i2.12080)
- Ariska, F., Hadi, I., Lindawati. (2019). Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kelayakan Air Menggunakan Sensor PH. *Jurnal Riset Sistem Informasi Dan Teknik Informatika (JURASIK)*. 4, 27-133. <https://dx.doi.org/10.30645/jurasik.v4i1.125>
- Febriansari, D., Sarwanto, Yamtimah, S. (2022). Kontruksi model pembelajaran STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*) dengan pendekatan design thinking pada materi energi terbarukan. *Jurnal inovasi pembelajaran*, 8(2),186-200. <https://doi.org/10.22219/jinop.v8i2.22456>
- Hamzah, H., Janah,T,N., Wenda,J,B., Susilowati, R,O., Agriawan,M,N. (2024). Utilization of Microcontroller Based Sensors in the Implementation of Independent Learning at MA YPKP Sentani Jayapura. *Jurnal Jati Emas: jurnal aplikasi teknik dan pengabdian masyarakat*. 8(1), 21-26. <https://doi.org/10.12345/je.v8i1.23>
- Istoni,R. (2018). Implementasi Sistem Monitoring Kualitas Air Berbasis Intellegent Sensor pH dan Temperatur pada WTP PNJ. *Faktor Exacta*, 11 (2), 158-166. <http://dx.doi.org/10.30998/faktorexacta.v11i2.2342>
- Kurniawan, W., Rohman, M., Sudrajat, W. (2024). Analisis Kompetensi Guru Pendidikan Islam Dalam Pengembangan Kurikulum Merdeka Menuju Local Genius 6.0 Ideas Internet Of Things (IoT). *An-Nawa:Jurnal Studi Islam*. 6(1),103-118. <https://doi.org/10.37758/annawa.v6i1.964>

- Nurhidayah, M., Listianingrum, F., & Sari, W. K. (2023) Peningkatan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi (Higher Order Thinking Skills) Peserta Didik Menggunakan Modul Pembelajaran Fisika Yang Berbasis Pendekatan Saintifik Materi Suhu Dan Perubahannya. *Jurnal Fisika Papua e-ISSN*, 2963, 3702.
- Pambudi, R. B., Yahya, W., Siregar, R. A. (2018). Implementasi Node Sensor untuk Sistem Pengamatan pH Air Pada Budidaya Ikan Air Tawar. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 2(8). 2861-2868. <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/2014/770>
- Palayukan, H., Palengka, I., Panglipur, I. R., & Mahendra, I. W. E. (2023). Pendampingan Proyek Penguatan Profil Pelajar Pancasila (P5) Penerapan Merdeka Belajar Pada Tingkat SMA. *Community Development Journal: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(4), 8403-8408. <https://doi.org/10.31004/cdj.v4i4.19434>
- Prayogi, A., Ramdhani, Y., Mubarak, A., Topiq, S. (2018). Pengukuran Tingkat kekeruhan keasamandan suhu air menggunakan mikrokontroler atmega 328p berbasis android. *Jurnal informatika*. 5(2). <https://doi.org/10.31294/ji.v5i2.3819>
- Purwanto, A., Putri, D. H., Hamdani, D. (2021). Penerapan Project Based Learning Model Untuk Meningkatkan Sikap Ilmiah Mahasiswa Dalam Rangka Menghadapi Era Merdeka Belajar. *Jurnal Kumparan Fisika*, 4 (1), 25-34. https://ejournal.unib.ac.id/kumparan_fisika/article/view/13561/pdf
- Rahayu, R., Rosita, R., Rahayuningsih, Y. S., Hernawan, A. H., & Prihantini, P. (2022). Implementasi kurikulum merdeka belajar di sekolah penggerak. *Jurnal basicedu*, 6(4), 6313-6319. [10.31004/basicedu.v6i4.3237](https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i4.3237)
- Rahman., Hamzah, H., Papriani, N.P., Mantiri, S.Y.Y., Dahlan, K., Sutarman, T., Sari, W.K., Anou, K.N., Allo, C.B.B., Simbiak, E.T., Susilowati, R.O. (2024) Pemanfaatan Sensor Berbasis Mikrokontroler Untuk Menguji Kualitas Air Dalam Implementasi Merdeka Belajar Di Sma Negeri 4 Kota Jayapura. *Jurnal Ebamukai*, 2(1):35-43
- Rienovita, E., Arifin., Sopacua, V., Sari, W.K., Sentosa, B.M., Aina, M., Palayukan, H., Santosa, T.A. (2024). The impact of gamification on problem solving skills in STEM education : A meta analysis. *Edumaspul: Jurnal Pendidikan*, 8 (1) :1480-1488
- Rosida, A. (2020). “Merdeka Belajar” Melalui Model Pembelajaran Blended Learning. LPMP Provinsi DKI Jakarta. <https://lpmpdki.kemdikbud.go.id/merdeka-belajar-melalui-model-pembelajaran-blended-learning/>
- Saefudin, A., & Berdiati, I. (2014). Pembelajaran Efektif. Bandung: PT Remaja Roskadarya. <https://opac.perpusnas.go.id/DetailOpac.aspx?id=920954>
- Widodo, T., Samad, D., Kosim, M., Fajri, S., Duski, F, F. (2020). Merdeka Belajar From the Perspective of Family Education. In: Proceeding Glob Conf Ser Soc Sci , *Educ Humanit*, 6, 1–6. <https://series.gci.or.id/article/390/18/icftk-2019#:~:text=Furthermore,%20the%20concept%20of%20family%20and%20its%20function%20in%20education>
- Wicaksana, E. J., & Sanjaya, M. E. (2022). Model PJBL pada Era Merdeka Belajar Meningkatkan Sikap Ilmiah dan Kreativitas Mahasiswa. *Jurnal Ilmiah Pendidikan dan Pembelajaran*, 6(1). <https://doi.org/10.23887/jipp.v6i1.41181>