

Pelatihan Dasar Embedded System untuk Pengembangan Minat dan Bakat Siswa SMA Negeri 11 Bulukumba

^{1*}Andi Baso Kaswar, ²Nurjannah, ³Muh. Akbar, ⁴Andi Akram Nur Risal, ⁵Marwan Ramdhany Edy

^{1,3,4,5}Universitas Negeri Makassar, Makassar

²Universitas Islam Ahmad Dahlan, Sinjai

Email: a.baso.kaswar@unm.ac.id¹, nurjannah310807@gmail.com², muh.akbarjaya@unm.ac.id³, akramandi@unm.ac.id⁴, marwanre@unm.ac.id⁵

*Corresponding author: a.baso.kaswar@unm.ac.id¹

ABSTRAK

Kegiatan ini merupakan pelatihan dasar *embedded system* bagi siswa SMA 11 Bulukumba sebagai upaya pengembangan minat dan bakat siswa di era revolusi industri 4.0. Kegiatan pelatihan ini diikuti oleh 20 orang siswa. Kegiatan ini dilaksanakan dengan beberapa tahapan yaitu tahap persiapan, pelaksanaan dan evaluasi. Kegiatan ini berjalan dengan sukses, mulai dari tahap observasi awal hingga evaluasi akhir. Observasi awal mengungkapkan potensi besar siswa dalam bidang ini, meskipun ada keterbatasan sumber daya manusia di sekolah. Dengan fasilitas yang memadai dan komunikasi yang baik dengan pihak sekolah, tim pelaksana dapat menyusun rencana pelatihan yang efektif, mencakup pengenalan mikrokontroler Arduino, penggunaan perangkat input dan output, serta dasar-dasar pemrograman Arduino melalui metode interaktif dan praktikum langsung. Evaluasi menunjukkan peningkatan signifikan dalam pemahaman siswa, dengan hasil post-test yang jauh lebih baik dibandingkan pre-test, dan angket kepuasan mengindikasikan bahwa siswa merasa tertarik, puas, dan menganggap kegiatan ini bermanfaat serta relevan dengan kebutuhan mereka. Keberhasilan ini menjadi dasar untuk meningkatkan kualitas pelaksanaan kegiatan serupa di masa mendatang, guna memberikan manfaat yang lebih besar bagi siswa.

Kata Kunci: Arduino, Embedded system, Minat dan bakat, Mikrokontroler, Pelatihan

ABSTRACT

This activity is basic embedded systems training for SMA 11 Bulukumba students as an effort to develop students' interests and talents in the era of the Industrial Revolution 4.0. This training activity was attended by 20 students. This activity is carried out in several stages, namely the preparation, implementation, and evaluation stages. This activity was successful, starting from the initial observation stage to the final evaluation. Initial observations revealed the students' great potential in this area, despite limited human resources at the school. With adequate facilities and good communication with the school, the implementation team can develop an effective training plan, including an introduction to the Arduino microcontroller, the use of input and output devices, as well as the basics of Arduino programming through interactive methods and hands-on practicum. The evaluation showed a significant increase in student understanding, with post-test results being much better than the pre-test, and the satisfaction questionnaire indicated that students felt interested, satisfied, and found the activity useful and relevant to their needs. This success is the basis for improving the quality of implementing similar activities in the future, to provide greater benefits for students.

Keywords: Arduino, Embedded systems, Interests and talents, Microcontrollers, Training

This is an open access article under the CC BY-SA license



1. PENDAHULUAN

Embedded system atau yang biasa disebut dengan istilah sistem tertanam merupakan sistem komputer khusus yang dirancang untuk melakukan tugas-tugas tertentu, biasanya dalam suatu perangkat elektronik atau mekanik yang lebih besar (Sharma et al., 2023). Sistem ini terdiri atas perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software) yang disesuaikan untuk memenuhi kebutuhan spesifik dari perangkat tempatnya tertanam (Ferreira & Silva, 2020). Hal ini pula yang menyebabkan sistem ini disebut sistem tertanam karena sistem yang telah dibuat ditanam ke dalam sebuah perangkat.

Embedded system memainkan peranan penting dalam berbagai industri dengan menggabungkan komponen perangkat keras dan perangkat lunak secara efisien untuk menyelesaikan tugas tertentu (Blaškovic et al., 2021). Pengembangan *embedded system* juga melibatkan pengembangan implementasi inovatif menggunakan mikrokontroler dan *chip Field Programmable Gate Array* (FPGA) (Brzoza-Woch et al., 2018). Seiring dengan perkembangannya yang begitu pesat, *embedded system* semakin berfokus dalam hal jaringan, kecerdasan, standarisasi, dan integrasi (Kong, 2023). Evolusi ini sebagai akibat dari terjadinya perluasan aplikasi *embedded system* dalam bidang jaringan, kartu pintar, perangkat seluler, dan bidang lainnya (Wang et al., 2017).

Dengan kecanggihannya teknologi saat ini, *embedded system* banyak diterapkan, tidak hanya dalam dunia industri. Saat ini perangkat *embedded system* juga banyak digunakan di sekolah, rumah, UMKM, perkebunan dan lain sebagainya. Contoh sederhananya misalnya adalah penerapan sistem penyiram otomatis menggunakan mikrokontroler Arduino (Azzaky & Widiatoro, 2020).

Karena banyak dibutuhkan, berbagai perusahaan mencoba mengembangkan perangkat *embedded system* yang disebut mikrokontroler. Dalam *embedded system*, mikrokontroler memainkan peranan penting karena merupakan tempat dimana sistem atau kode program dapat ditanam untuk kemudian mengontrol perangkat elektronik lainnya. Salah satu mikrokontroler yang banyak digunakan saat ini adalah mikrokontroler Arduino (Ali et al., 2024; Barbon et al., 2016). Mikrokontroler ini menjadi sangat populer karena kemudahannya penggunaan serta banyaknya fitur yang dapat dimanfaatkan pada perangkatnya (Kondaveeti et al., 2021).

Saat ini mikrokontroler Arduino banyak digunakan untuk menyelesaikan permasalahan kehidupan sehari-hari. Sebuah penelitian tentang sistem keamanan pintu menggunakan sensor sidik jari berbasis mikrokontroler Arduino Uno R3 telah dilakukan (Dita et al., 2021). Pada penelitian tersebut mikrokontroler Arduino tipe Uno R3 dimanfaatkan untuk mengontrol pembukaan dan penutupan pintu berdasarkan informasi sidik jari yang diterima. Sistem yang diusulkan dapat mengontrol pintu secara akurat. Penelitian lainnya berupa alat penjemur ikan yang dibuat dengan memanfaatkan Arduino Uno. Alat ini dilengkapi dengan sensor cahaya dan sensor hujan (Hafidhin et al., 2020). Informasi yang diterima dari kedua sensor ini kemudian akan diproses pada mikrokontroler Arduino untuk menentukan aksi memindahkan jemuran ikan ke tempat yang tertutup atau terbuka sesuai dengan kondisi cuaca. Penelitian lain yang lebih kompleks dalam memanfaatkan mikrokontroler adalah *smart system* stabilisasi tekanan air berbasis Arduino (Parenreng et al., 2023). Sistem yang diusulkan mampu mengatur tekanan air dan dipantau melalui aplikasi Android. Beberapa contoh penerapan mikrokontroler tersebut menunjukkan bahwa teknologi *embedded system* sudah menjadi bagian dari kehidupan yang dapat mempermudah pekerjaan manusia.

Selain itu, banyak peneliti juga yang telah melaksanakan pengabdian kepada masyarakat dengan menjadikan cara penggunaan mikrokontroler sebagai materi pelatihannya. Sebelumnya telah dilakukan pelatihan dasar pemrograman mikrokontroler Arduino Uno di SMKN 4 Palopo (Rosman et al., 2023), pada kegiatan ini peserta diberikan pemahaman terkait pengenalan Arduino serta cara menanamkan program ke dalamnya dengan benar. Selanjutnya juga telah dilaksanakan pelatihan *Internet of Things* menggunakan Arduino Uno untuk meningkatkan keterampilan guru di Yogyakarta (Fadillah et al., 2023). Pada pelatihan ini peserta diberikan materi tentang dasar *Internet of Things* dengan memanfaatkan mikrokontroler Arduino. Selain itu, juga telah dilakukan pelatihan penerapan lampu jalan hemat energi terkendali berbasis Arduino. Pada pelatihan tersebut, masyarakat desa Pabeanudik diberi materi pelatihan bagaimana cara membuat lampu jalan dengan daya cadangan baterai yang memanfaatkan Arduino. Penelitian dan pelatihan yang telah dibahas di atas memberikan gambaran terkait pentingnya pemahaman terhadap penggunaan mikrokontroler saat ini. Namun, informasi ini belum menyentuh ke daerah pedesaan. Utamanya sekolah menengah ke atas yang terletak di desa. Hal ini menyebabkan para siswa tidak memahami perkembangan mikrokontroler saat ini. Selain itu, kurangnya sumberdaya manusia yang memahami penggunaan mikrokontroler juga semakin membuat terbatasnya kemampuan siswa dalam mengembangkan ilmu dan pengetahuannya serta minat dan bakatnya dalam bidang mikrokontroler.

Oleh karena itu, pada pengabdian kepada masyarakat ini, dilaksanakan pelatihan dasar penggunaan mikrokontroler Arduino bagi siswa SMA 11 Bulukumba sebagai Upaya pengembangan minat dan bakat siswa di era revolusi industri 4.0. Pelatihan yang diberikan terdiri atas 4 materi utama yaitu pengenalan mikrokontroler Arduino, pengenalan perangkat *input*, pengenalan perangkat *output*, serta teknik dasar pemrograman Arduino. Dengan adanya pelatihan ini pengetahuan siswa SMA 11 Bulukumba menjadi lebih luas serta memperluas minat dan bakat mereka. Dengan tercapainya hal tersebut diharapkan akan muncul talenta-talenta baru masa depan yang dapat menguasai bidang mikrokontroler.

2. METODE PENELITIAN

Pelatihan dasar *embedded system* dan untuk pengembangan minat dan bakat siswa SMA Negeri 11 Bulukumba dilaksanakan di aula SMA Negeri 11 Bulukumba. Kegiatan pelatihan ini diikuti oleh 20 orang siswa. Jumlah peserta pada kegiatan ini dibatasi karena terbatasnya perangkat pelatihan yang dapat digunakan. Pada pelatihan ini beberapa orang guru ikut mendampingi siswa selama pelaksanaan pelatihan. Adapun tahapan pelaksanaan program pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan dalam beberapa tahapan seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat

Pada tahap persiapan, tim pelaksana kegiatan terlebih dahulu melakukan observasi awal di SMA 11 Bulukumba. Observasi ini dimaksudkan agar tim pelaksana pengabdian kepada Masyarakat ini dapat mengetahui kondisi sekolah dan calon peserta kegiatan. Observasi dilakukan dengan cara melakukan komunikasi dengan guru berkaitan dengan masalah yang dihadapi dan potensi Solusi yang dapat dilakukan. Selain itu, pada tahap ini juga dilakukan observasi untuk mengetahui fasilitas yang dapat disediakan oleh sekolah dalam rangka mendukung pelaksanaan kegiatan nantinya, seperti ruangan, LCD, meja, kursi, akses internet, hingga sumber listrik. Selanjutnya setelah memperoleh informasi penting tersebut, tim pengabdian merumuskan masalah dan solusi untuk permasalahan yang dihadapi oleh mitra.

Apabila masalah telah teridentifikasi dan solusi telah ditentukan maka langkah selanjutnya adalah melakukan analisis kebutuhan berdasarkan informasi yang telah diperoleh pada tahap. Analisis kebutuhan penting untuk dilakukan agar kebutuhan-kebutuhan selama pelaksanaan kegiatan baik itu dari sisi materi maupun alat-alat pendukung dapat diketahui.

Selanjutnya, materi, bahan ataupun alat yang telah teridentifikasi pada tahap sebelumnya disiapkan sebelum pelaksanaan kegiatan. Agar pada saat pelaksanaan kegiatan nantinya seluruh kebutuhan baik materi maupun alat pendukung dapat memperlancar pelaksanaan kegiatan.

Selanjutnya, dilakukan penyusunan rencana kegiatan. Hal ini dilakukan agar pelaksanaan kegiatan dapat lebih terarah dengan adanya rencana alur kegiatan sehingga solusi yang ditawarkan kepada mitra dapat secara efektif dan efisien diterima serta menyelesaikan masalah yang dihadapi. Setelah segala sesuatu hal yang dibutuhkan telah siap maka langkah berikutnya adalah menyiapkan pelaksanaan kegiatan. Dalam hal ini, persiapan dilakukan dengan melakukan komunikasi lebih lanjut kepada pihak mitra untuk mengetahui waktu pelaksanaan sehingga dapat dilakukan persiapan awal sebelum hari pelaksanaan kegiatan.

Pada tahap pelaksanaan kegiatan, pertama-tama kegiatan terlebih dahulu dibuka oleh mitra dalam hal ini guru pendamping SMA negeri 11 Bulukumba. Hal ini dilakukan agar peserta dan pihak sekolah secara umum dapat mengetahui tujuan utama dari pelaksanaan kegiatan. Selain itu dengan acara pembukaan ini diharapkan peserta dapat lebih semangat untuk memperoleh ilmu baru. Selanjutnya, dilakukan Pre-test untuk mengetahui pengetahuan siswa terkait materi yang akan diajarkan. Pre-test ini juga penting dilakukan agar nantinya dapat diketahui sejauh mana penambahan pengetahuan siswa setelah mengikuti kegiatan pelatihan secara terukur.

Setelah melakukan pre-test, maka selanjutnya penyampaian materi dilakukan dengan kombinasi beberapa metode yaitu metode ceramah, tanya jawab, praktikum dengan *case-based method*. Secara umum terdapat empat materi utama pada kegiatan inti ini yaitu pengenalan mikrokontroler Arduino, pengenalan perangkat input, pengenalan perangkat output, serta teknik dasar pemrograman Arduino. Penyampaian materi dilakukan dengan semenarik mungkin termasuk dengan menyisipkan quiz didalamnya menggunakan aplikasi Kahoot.

Setelah seluruh materi disampaikan dalam pelatihan, selanjutnya perlu dilakukan evaluasi terhadap hasil pelaksanaan kegiatan pelatihan tersebut. Hal ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar peningkatan pengetahuan siswa dengan membandingkan hasil nilai pre-test dan post-test yang dilakukan pada tahapan ini. Selain itu proses pelaksanaan kegiatan pelatihan tersebut juga dievaluasi dengan menyebarkan angket kepada peserta dan guru agar tim pengabdian dapat memperoleh informasi berharga terkait proses dan kualitas kegiatan untuk menjadi bahan evaluasi sehingga pada kegiatan berikutnya pelaksanaan kegiatan dapat lebih ditingkatkan kualitasnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

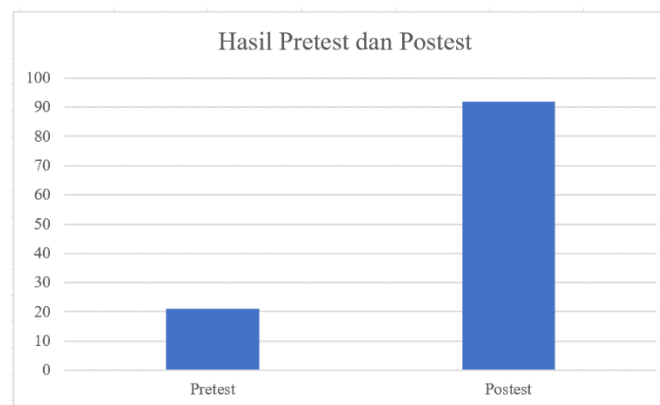
Pelaksanaan kegiatan pelatihan dasar *embedded system* dan untuk pengembangan minat dan bakat siswa SMA Negeri 11 Bulukumba berjalan dengan lancar. Hal tersebut dapat dilihat sejak tahap awal persiapan hingga tahap evaluasi akhir. Pada tahap observasi awal, tim pelaksana kegiatan dapat dengan mudah memperoleh informasi yang dibutuhkan karena adanya komunikasi yang baik dengan pihak mitra dalam hal ini SMA Negeri 11 Bulukumba. Dari tahap observasi awal ini dihasilkan informasi terkait kondisi sekolah dan siswa dimana siswa pada dasarnya memiliki potensi yang luar biasa dalam mengembangkan ilmu pengetahuan, minat serta bakatnya. Salah satu hal yang disadari oleh pihak mitra adalah terkait perkembangan *embedded system* atau mikrokontroler yang banyak dimanfaatkan saat ini sehingga dianggap penting untuk diketahui. Namun, keterbatasan sumber daya manusia di sekolah yang menguasai bidang tersebut tidak ada sehingga pihak mitra berupaya melakukan kegiatan pelatihan ini.

Berdasarkan informasi tersebut akhirnya tim pengabdian dapat merumuskan permasalahan utama serta informasi berharga lainnya seperti fasilitas sekolah yang cukup baik didukung dengan perangkat belajar yang lengkap serta akses internet yang cukup lancar. Informasi-informasi tersebut kemudian menjadi dasar penentuan solusi yang tepat dan efektif dalam hal ini pelatihan dasar *embedded system* dan untuk pengembangan minat dan bakat siswa SMA Negeri 11 Bulukumba. Informasi yang diperoleh pada tahap observasi dan penentuan solusi selanjutnya menjadi dasar untuk menentukan kebutuhan yang diperlukan dalam mendukung terlaksananya kegiatan ini. Adapun hal-hal yang dibutuhkan adalah berupa ruang kelas atau aula, perangkat pendukung pembelajaran seperti LCD, papan tulis, serta akses internet. Di SMA Negeri 11 Bulukumba sendiri seluruh kebutuhan tersebut tersedia sehingga memudahkan tim pengabdian dalam melaksanakan kegiatan. Selanjutnya rencana kegiatan disusun dengan menentukan tahapan-tahapan pelaksanaan kegiatan. Dari tahapan ini dihasilkan susunan acara yang menjadi panduan kepada tim pengabdian selama proses kegiatan berlangsung sehingga kegiatan dapat terarah dengan baik dan fokus kepada tujuan penyelesaian permasalahan yang telah diidentifikasi. Selanjutnya pada tahap penyiapan bahan, tim pengabdian menyiapkan bahan berupa perangkat praktikum mikrokontroler, slide materi penjelasan, video menarik, serta soal quiz sederhana menggunakan Kahoot. Selain itu tim bersama mitra juga menyiapkan lokasi pelaksanaan kegiatan dimana perangkat pendukung seperti LCD, papan tulis, sumber Listrik dan penataan meja dan tempat duduk disertai beberapa unit komputer.

Selanjutnya pada tahap pelaksanaan kegiatan, sebelum memaparkan materi, kegiatan terlebih dahulu dibuka oleh guru pendamping. Dalam sambutannya dijelaskan mengenai latar belakang dan tujuan pelaksanaan kegiatan ini sehingga para peserta dalam hal ini siswa dapat memahami alasan mengapa mereka perlu memperluas wawasan mereka dalam hal *embedded system* dan mikrokontroler. Selanjutnya, dilakukan pre-test berupa soal pertanyaan pilihan ganda yang dikerjakan melalui aplikasi Kahoot. Adapun pertanyaan yang diajukan dalam pretest ini dapat dilihat pada Table 1 dan hasilnya dapat dilihat pada Gambar 2. Berdasarkan hasil pre-test tersebut, maka dapat diketahui bahwa pengetahuan siswa tentang mikrokontroler masih sangat sedikit dan hanya terdapat 1 orang yang sudah mengetahui isu umum tentang mikrokontroler.

Tabel 1. Soal Pretest dan Posttest

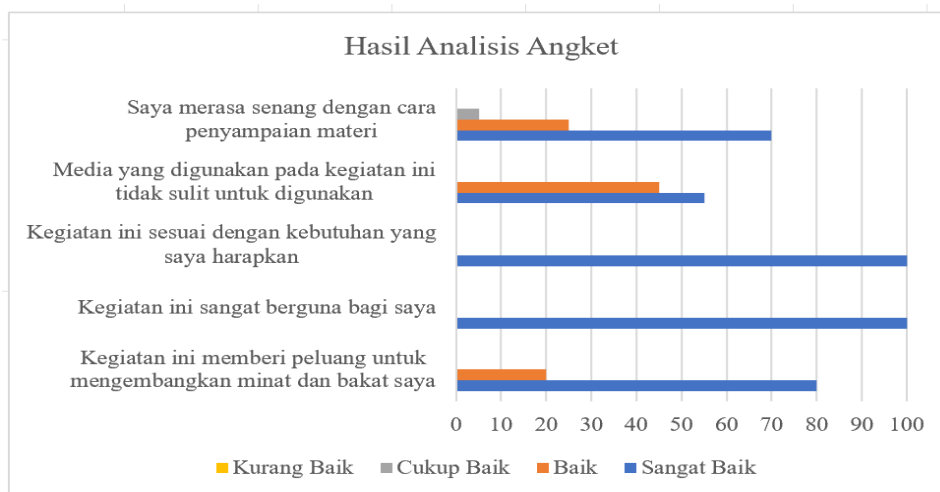
No	Soal
1	Apa itu mikrokontroler Arduino, dan apa perbedaannya dengan mikrokontroler lainnya?
2	Bagaimana cara menghubungkan perangkat elektronik eksternal (seperti LED atau sensor) dengan mikrokontroler Arduino?
3	Apa yang dimaksud dengan "sketch" dalam konteks pemrograman mikrokontroler Arduino?
4	Bagaimana cara menggunakan perintah "digitalWrite" dan "analogWrite" dalam pemrograman mikrokontroler Arduino?
5	Apa fungsi dari sensor suhu dan sensor cahaya dalam aplikasi mikrokontroler Arduino, dan bagaimana cara mengintegrasikannya dalam proyek?


Gambar 2. Perbandingan hasil Pretest dan Posttest

Berdasarkan hasil pre-test tersebut selanjutnya dilakukan pemaparan materi dengan menekankan aspek pengetahuan dan praktikum serta meningkatkan minat siswa dalam mempelajari dasar mikrokontroler. Materi pertama adalah pengenalan mikrokontroler Arduino. Pada pemaparan materi ini, pemateri terlebih dahulu membangkitkan rasa penasaran siswa terkait pentingnya memiliki pengetahuan dasar tentang mikrokontroler, definisi mikrokontroler, mikrokontroler yang banyak digunakan, pemanfaatan hingga peluang kerja pada bidang ini. Pada materi ini, juga ditampilkan video menarik terkait proyek-proyek Arduino sederhana. pada materi ini juga dilakukan pengenalan perangkat papan Arduino Uno kepada para peserta. Dimana peserta dibagi kedalam 5 kelompok lalu diminta mengamati bentuk dan fitur apa saja yang terdapat pada papan Arduino tersebut.

Setelah peserta memahami perangkat utama Arduino serta bagian-bagiannya, selanjutnya pada materi kedua peserta diperkenalkan dengan perangkat yang dapat dijadikan sebagai perangkat input (sensor) untuk Arduino. Sensor-sensor tersebut seperti sensor LDR, suhu dan kelembaban udara, sensor hujan, serta sensor ultrasonic. pengenalan perangkat *output*, serta teknik dasar pemrograman Arduino. Pemateri memperkenalkan komponen tersebut dengan membagikan contoh komponen pada setiap kelompok sambil membedah bagian dan fungsi komponen tersebut melalui slide presentasi. Pada materi ketiga, peserta diberi pemahaman tentang perangkat output untuk Arduino seperti lampu LED, dan buzzer. Sama seperti pemaparan materi sebelumnya, peserta juga diberikan contoh komponen kemudian bersama pemateri membedah bagian dan fungsi komponen melalui slide presentasi.

Materi terakhir berupa dasar pemrograman Arduino diberikan. Materi ini diletakkan di bagian akhir agar siswa dapat mengerjakan praktikum secara langsung dengan lebih lancar karena sudah mengenali bagian komponen Arduino serta perangkat input dan output yang akan digunakan. Pada materi ini, siswa diberikan contoh kasus sederhana berupa rangkaian alarm jarak dan alarm jemuran. Siswa kemudian mempraktikkan cara merangkai komponen dan cara memprogram dan menanam programnya ke dalam rangkaian yang telah dibuat dengan mengikuti instruksi dan contoh yang diberikan melalui slide presentasi. Di akhir sesi pemaparan materi, siswa diberikan suatu kasus sederhana untuk kemudian mereka selesaikan dengan membuat rangkaian dan program. Dari kasus yang diberikan tersebut semua kelompok dapat menyelesaikannya dalam waktu yang berbeda.



Gambar 3. Hasil Analisis Angket

Terakhir, pada tahap evaluasi, peserta kembali diberikan post-test. Adapun soal yang digunakan dalam tes tersebut dapat dilihat pada Tabel 1. Soal ini diberikan kepada 20 orang siswa dengan masing-masing soal memiliki bobot maksimal sebesar 20 poin, sehingga total nilai maksimal adalah 100. Adapun hasil tes dianalisis dengan mencari nilai rata-rata yang diperoleh siswa kemudian membandingkan antara pretest dan posttest. Adapun hasilnya dapat dilihat pada Gambar 2.

Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa pengetahuan dan pemahaman siswa terhadap *embedded system*, mikrokontroler Arduino beserta cara penggunaannya telah meningkat. Dimana sebelum pelatihan dilaksanakan, hampir seluruh mahasiswa tidak memiliki pengetahuan apapun terkait bidang ini, namun setelah pelaksanaan kegiatan seluruh mahasiswa menunjukkan peningkatan pengetahuan dan pemahaman yang sangat besar.

Selanjutnya, untuk meningkatkan kualitas pelaksanaan kegiatan pengabdian di kemudian hari, peserta diberi angket kepuasan pelaksanaan pengabdian. Adapun daftar pertanyaan dan hasilnya dapat dilihat pada Gambar 3. Berdasarkan hasil yang diperoleh maka dapat diketahui bahwa, siswa merasa tertarik terhadap materi yang disampaikan karena kegiatan ini dapat memberikan peluang bagi siswa untuk mengembangkan minat serta bakatnya. Ini sejalan dengan teori motivasi intrinsik dalam pendidikan, yang menyatakan bahwa minat dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran meningkat ketika materi yang disampaikan relevan dengan minat pribadi mereka dan memberikan tantangan yang merangsang pemikiran kritis serta keterampilan praktis (Rahman, 2021).

Siswa juga menyatakan bahwa kegiatan ini sangat berguna bagi mereka dan sesuai dengan kebutuhan mereka, yang dapat dikaitkan dengan teori relevansi dalam pendidikan. Menurut teori ini, siswa lebih termotivasi dan belajar lebih efektif ketika mereka melihat keterkaitan langsung antara apa yang dipelajari dengan kehidupan nyata atau tujuan pribadi mereka (Yaniariza et al., 2022). Media yang digunakan juga tidak sulit, mendukung teori kognitif load yang menekankan pentingnya penyampaian informasi dengan cara yang tidak membebani kapasitas kognitif siswa secara berlebihan. Hal lain yang penting, siswa juga merasa puas karena materi disajikan disertai dengan praktikum sehingga siswa dapat merasakan pengalaman langsung dalam membuat rangkaian serta membuat program Arduino.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Pelaksanaan kegiatan pelatihan dasar *embedded system* dan pengembangan minat serta bakat siswa di SMA Negeri 11 Bulukumba berjalan dengan sukses, mulai dari tahap observasi awal hingga evaluasi akhir. Observasi awal mengungkapkan potensi besar siswa dalam bidang ini, meskipun ada keterbatasan sumber daya manusia di sekolah. Dengan fasilitas yang memadai dan komunikasi yang baik dengan pihak sekolah, tim pelaksana dapat menyusun rencana pelatihan yang efektif, mencakup pengenalan mikrokontroler Arduino, penggunaan perangkat input dan output, serta dasar-dasar pemrograman Arduino melalui metode interaktif dan praktikum langsung. Evaluasi menunjukkan peningkatan signifikan dalam pemahaman siswa, dengan hasil post-test yang jauh lebih baik dibandingkan pre-test, dan angket kepuasan mengindikasikan bahwa siswa merasa tertarik, puas, dan

menganggap kegiatan ini bermanfaat serta relevan dengan kebutuhan mereka. Keberhasilan ini menjadi dasar untuk meningkatkan kualitas pelaksanaan kegiatan serupa di masa mendatang, guna memberikan manfaat yang lebih besar bagi siswa.

REFERENSI

- Ali, A. H., El-Kammar, R. A., Hamed, H. F. A., Elbaset, A. A., & Hossam, A. (2024). Enhancing the output power of solar cell system using artificial intelligence algorithms. *International Journal of Power Electronics and Drive Systems (IJPEDS)*, 15(1), 480–490.
- Azzaky, N., & Widiatoro, A. (2020). Alat penyiram tanaman otomatis berbasis arduino menggunakan internet of things (IOT). *J-Eltrik*, 2(2), 48.
- Barbon, G., Margolis, M., Palumbo, F., Raimondi, F., & Weldin, N. (2016). Taking Arduino to the Internet of Things: The ASIP programming model. *Computer Communications*, 89, 128–140.
- Blaškovic, K., Candrljic, S., & Jakupovic, A. (2021). Systematic review of methodologies for the development of embedded systems. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 12(1).
- Brzoza-Woch, R., Gurdek, Ł., & Szydło, T. (2018). Rapid embedded systems prototyping—an effective approach to embedded systems development. *2018 Federated Conference on Computer Science and Information Systems (FedCSIS)*, 629–636.
- Dita, P. E. S., Al Fahrezi, A., Prasetyawan, P., & Amarudin, A. (2021). Sistem Keamanan Pintu Menggunakan Sensor Sidik Jari Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO R3. *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer*, 2(1), 121–135.
- Fadillah, I. F., Yuhda, F. A. K., Riyanta, B., Ardiyansyah, N., & Kurniawan, A. (2023). Pelatihan Internet Of Things Menggunakan Arduino Uno Untuk Meningkatkan Keterampilan Guru. *Jurnal Abdimas Bina Bangsa*, 4(2), 1207–1211.
- Ferreira, A. C., & Silva, N. B. F. (2020). Comparison of secure communication with AES between embedded system and general purpose computer. *2020 IEEE Symposium on Computers and Communications (ISCC)*, 1–6.
- Hafidhin, M. I., Saputra, A., Rahmanto, Y., & Samsugi, S. (2020). Alat Penjemuran Ikan Asin Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO. *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer*, 1(2), 59–66.
- Kondaveeti, H. K., Kumaravelu, N. K., Vanambathina, S. D., Mathe, S. E., & Vappangi, S. (2021). A systematic literature review on prototyping with Arduino: Applications, challenges, advantages, and limitations. *Computer Science Review*, 40, 100364.
- Kong, Y. (2023). Real-time processing system and Internet of Things application in the cultural tourism industry development. *Soft Computing*, 27(14), 10347–10357.
- Parenreng, J. M., Zain, S. G., Yusuf, Z., Suhardi, I., & Kaswar, A. B. (2023). Smart System for Stabilizing Water Flow Output on Android-Based Taps. *Internet of Things and Artificial Intelligence Journal*, 3(4), 361–374.
- Rahman, S. (2021). Pentingnya Motivasi Belajar Dalam Meningkatkan Hasil Belajar. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Dasar, November*, 289–302.
- Rosman, A., Kaswar, A. B., Mukhtar, M., & Hermansyah, H. (2023). Pelatihan Dasar-Dasar Pemrograman Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno Pada Siswa-Siswi SMKN 4 Kota Palopo. *MALAQBIQ*, 2(1), 23–32.
- Sharma, H., Prajapat, H., Yadav, J., Bhatra, L., & Deo, A. (2023). Arduino-Based Embedded System Module. *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology*, 11(4).
- Wang, X., Xu, G., Han, Y., & Yang, Y. (2017). A trusted computing architecture of embedded system based on improved TPM. *MATEC Web of Conferences*, 139, 151.
- Yaniariza, N., Fairuz, S., & Yunita, S. (2022). Analisis penyebab rendahnya relevansi pendidikan dengan tuntutan masyarakat. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 6(2), 9752–9759. <https://jptam.org/index.php/jptam/article/download/3937/3303/7544>