

Pelatihan Pembuatan Sensor Medis Berbasis IoT Sebagai Pengenalan *Smart Medical Devices*

Riries Rulaningtyas^{*1}, Alfian Pramudita Putra², Osmalina Nur Rahma³, Katherine⁴, I Made Mas Dwiyana Prasetya Wibawa⁵, Kezia Sarahsophia Immanuel Ryadi⁶

*riries-r@fst.unair.ac.id

^{1,2,3,4,5,6}Program Studi Teknik Biomedis, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga

Received: 19 October 2022

Accepted: 6 July 2023

Online Published: 26 July 2023

DOI: 10.29408/ab.v4i1.6989

Abstrak: Penyakit kardiovaskular (PKV) merupakan penyebab kematian utama secara global, dengan sekitar 17,9 juta kematian setiap tahunnya (WHO, 2017), dan diperkirakan akan meningkat menjadi 23,3 juta kematian pada tahun 2030 (Pusdatin Kemenkes RI, 2014). Deteksi dini penyakit jantung memegang peranan penting dalam pencegahan PKV, dengan detak jantung per menit (bpm) menjadi indikator utama untuk menilai kinerja jantung, berkisar antara 60 hingga 100 denyut per menit. Untuk mengatasi kebutuhan akan deteksi dini, telah dikembangkan alat pemantauan detak jantung yang praktis berbasis Internet of Things (IoT) dan Smart Medical Devices (SMDs). Penelitian ini bertujuan untuk memberikan pelatihan tentang deteksi detak jantung berbasis IoT kepada siswa SMA di Trenggalek. Pelatihan meliputi ceramah dan praktek langsung, berhasil meningkatkan pengetahuan peserta tentang IoT, seperti terbukti dari peningkatan nilai ujian. Selain itu, pelatihan ini menghasilkan prototipe sistem pemantauan detak jantung berbasis IoT yang menggunakan Arduino dan sensor detak jantung. Evaluasi pasca pelatihan menunjukkan mayoritas peserta merasa puas dengan kualitas materi dan penyelenggaraan, menandakan dampak positif dari keterlibatan ini terhadap mitra. Hasil penelitian mendukung potensi pelatihan IoT ini dalam memberikan keterampilan penting bagi siswa SMA, mendorong kemandirian dalam produksi perangkat medis, dan mengurangi ketergantungan impor menghadapi tantangan Masyarakat Ekonomi ASEAN. Pada akhirnya, inisiatif ini berkontribusi dalam membentuk tenaga kerja kesehatan yang kompeten di Indonesia.

Kata kunci: Internet of Things (IoT); Mikrokontroler; Sensor Heart Rate; Smart Medical Devices (SMDs);

Abstract: Cardiovascular disease (CVD) is a leading cause of death globally, resulting in approximately 17.9 million deaths each year (WHO, 2017), with estimates projecting a rise to 23.3 million deaths by 2030 (Pusdatin Kemenkes RI, 2014). Early detection of heart disease plays a crucial role in CVD prevention, with heart rate (bpm) being a key indicator to assess heart function, ranging from 60 to 100 beats per minute. To address the need for early detection, a practical heart rate monitoring device utilizing the Internet of Things (IoT) and Smart Medical Devices (SMDs) was developed. This research aimed to provide training on IoT-based heart rate detection to high school students in Trenggalek. The training encompassed lectures and hands-on practice, successfully enhancing participants' knowledge of IoT, as demonstrated by improved test scores. Moreover, the training resulted in a prototype of an IoT-based heart rate monitoring system that utilizes Arduino and a heart rate sensor. Post-training evaluations showed the majority of participants were satisfied with the quality of materials and organization, indicating the positive impact of this engagement on the partners. The results support the potential of this IoT training to equip high school students with essential skills, fostering self-reliance in medical device production and reducing dependence on imports in the face of ASEAN Economic Community challenges. Ultimately, this initiative contributes to building a competent healthcare workforce in Indonesia.

Keyword: Internet of Things (IoT); Microcontroller; Sensor Heart Rate; Smart Medical Devices (SMDs);

PENDAHULUAN

Penyakit kardiovaskular merupakan penyakit yang disebabkan oleh gangguan fungsi jantung dan pembuluh darah. Penyakit ini mengakibatkan 17,9 juta orang meninggal setiap tahunnya (WHO, 2017), sehingga menjadikan penyakit kardiovaskular sebagai penyebab kematian terbesar di dunia dengan sekitar 17,9 juta orang meninggal setiap tahunnya. Angka ini diperkirakan akan terus meningkat mencapai 23,3 juta kematian pada tahun 2030 (Pusdatin Kemenkes RI, 2014). Sehingga diperlukan adanya upaya pencegahan untuk mengurangi resiko penyakit kardiovaskular.

Deteksi dini penyakit jantung memegang peranan penting sebagai langkah awal untuk mencegah penyakit kardiovaskular. Salah satu indikator utama untuk deteksi dini adalah detak jantung per menit (bpm), yang merupakan parameter untuk menentukan kenormalan kinerja jantung seseorang yang berkisar antara 60-100 denyut per menit. Jumlah ini dapat mencerminkan kondisi fisiologis seseorang, jumlah denyut yang lebih rendah maupun lebih tinggi dari batas normal menunjukkan adanya gangguan pada jantung.

Umumnya detak jantung diukur menggunakan stetoskop, Elektrokardiogram (ECG), dan *Phonocardiogram*(PCG) oleh para ahli medis seperti dokter. Namun metode ini sulit dilakukan sendiri dan tidak cocok digunakan untuk deteksi dini, sehingga diperlukan alat pengukuran detak jantung yang praktis dan dapat digunakan oleh siapa saja (Jarot, dkk., 2021). Sistem *Internet of Things* (IoT) merupakan salah satu alternatif untuk deteksi detak jantung pasien secara mandiri dengan menggunakan sensor *pulse heart rate*. Penggunaan IoT untuk deteksi detak jantung juga dapat dikembangkan menjadi *Smart Medical Devices* (SMDs) (Yudhana, dkk., 2019).

Sistem IoT untuk deteksi detak jantung pasien menggunakan sistem elektro-mekanik yang sederhana, sehingga memiliki peluang yang besar untuk diproduksi sendiri di Indonesia. Namun, wirausaha di bidang alat-alat kesehatan yang memproduksi secara mandiri dan memasarkan alat-alat kesehatan di dalam negeri sangatlah sedikit jumlahnya. Ketersediaan alat kesehatan di dalam negeri masih bergantung dari impor, bahkan mencapai lebih dari 90% alat kesehatan yang ada di rumah sakit dan klinik kesehatan. Hal ini disebabkan oleh beberapa kendala yang dihadapi oleh pasar alat kesehatan dalam negeri (Anaya, 2016), yakni persaingan pasar alat kesehatan yang besar, inovasi produk, pilihan konsumen, peningkatan daya saing industri, peningkatan kualitas SDM, dan tuntutan Standard alat kesehatan

Peningkatan kualitas SDM (sumber daya manusia) menjadi salah satu faktor utama dalam membangun kemandirian bangsa dalam memproduksi alat kesehatan (Suhartini, dkk, 2021). SMA (Sekolah Menengah Atas) dan SMK (Sekolah Menengah Kejuruan) mengambil peran utama dalam peningkatan kualitas SDM. Pendidikan SMA merupakan pendidikan menengah yang mempersiapkan siswa untuk dapat melanjutkan ilmu ke tingkat perguruan tinggi. Sementara SMK (Utomo, 2009) bertujuan untuk menyiapkan siswa dalam memenuhi lapangan kerja, mampu memiliki karier, dan menyiapkan lulusan agar menjadi warga negara yang produktif, adaptif, dan normatif. Sehingga, baik siswa SMA maupun SMK harus memiliki bekal yang matang sebelum terjun ke masyarakat.

Pelatihan dan pengenalan IoT dalam membangun alat kesehatan dapat menjadi salah satu upaya untuk meningkatkan kemampuan siswa SMA dan SMK. Santyadiputra, dkk., (2017) menerapkan pelatihan ini pada siswa SMK di Buleleng dan mampu menghasilkan 2 produk IoT yakni kontrol lampu jarak jauh dan monitoring jarak dengan pemahaman siswa mencapai

78,8%. Pengabdian masyarakat oleh Huda, dkk., (2022) juga menunjukkan adanya penambahan pengetahuan dan pemahaman tentang IoT pada siswa SMK Muhammadiyah 1 Kramat. Pengabdian ini juga dinilai mampu meningkatkan kompetensi dalam pembuatan IoT. Sehingga pelatihan IoT juga dapat memberikan bekal keahlian kepada sekelompok masyarakat tertentu, khususnya siswa SMA/SMK dalam pengembangan alat kesehatan.

Berdasarkan analisis situasi tersebut, maka tim Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) melakukan pengabdian berupa pelatihan IoT untuk deteksi detak jantung kepada siswa SMA dan SMK di Trenggalek. Mitra pengabdian yang dipilih adalah SMA dan SMK di Trenggalek, yang berjumlah lebih dari 5 dengan jumlah siswa lebih dari 10 ribu orang. Pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk menyiapkan sumber daya manusia berkompeten di bidang kesehatan. Sehingga diharapkan setelah lulus dari SMA dan SMK, siswa mampu mengembangkan produksi dan pengadaan alat kesehatan secara mandiri di Indonesia dan mengurangi ketergantungan impor alat kesehatan dari luar negeri dalam menghadapi Masyarakat Ekonomi Asean (MEA).

METODE PELAKSANAAN

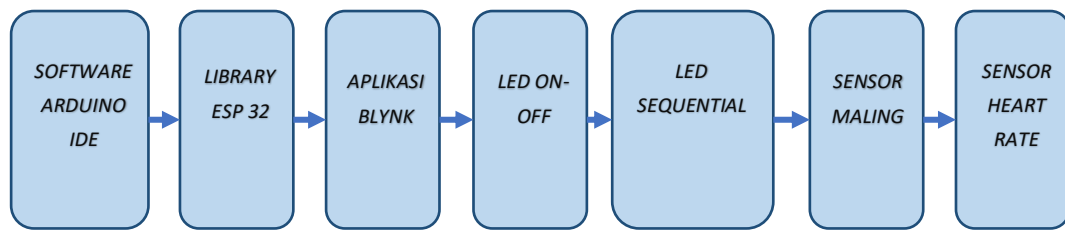
Waktu dan Lokasi

Kegiatan PKM ini diikuti oleh 59 siswa SMA/SMK di Trenggalek yang diselenggarakan pada 9-10 September 2022. Adapun tempat pelaksanaan pelatihan adalah di SMA Negeri 1 Kampak, Trenggalek, yang menjadi koordinator SMA/SMK di Trenggalek.

Prosedur Pelaksanaan

Kegiatan pengabdian masyarakat ini dimulai dari analisa permasalahan mitra, perencanaan kegiatan, pembuatan sistem deteksi dini, uji coba sistem dan pelaksanaan pelatihan kepada mitra, serta evaluasi. Pembuatan sistem deteksi dini terbagi ke dalam menjadi dua tahap perancangan, yaitu perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak. Perancangan alat pendeteksi sinyal detak jantung ini berbasis teknologi yang dimulai dengan membuat sistem Arduino UNO. Bahan dan alat yang di gunakan pada saat PKM terdiri dari Arduino Uno, sensor *heart rate*, sensor mini PIR, *buzzer*, *breadboard*, kabel USB Micro B, LED, resistor, ESP32, kabel jumper *male to male*, dan *Software* Arduino IDE.

Pelaksanaan kegiatan pengabdian berlangsung selama 2 hari dengan menerapkan metode ceramah, pelatihan, dan diskusi. Secara umum terbagi ke dalam 2 kegiatan utama, yakni penyampaian materi IoT dan pelatihan pembuatan sensor medis berbasis IoT. Penyampaian materi IoT meliputi penyampaian materi-materi tentang IoT menggunakan metode ceramah dan diskusi. Materi yang diberikan terdiri dari IoT dan elektronika. Setiap siswa juga diberikan modul pelatihan berisi rancangan software dan hardware yang digunakan. Kegiatan ini diikuti oleh 59 peserta. Selanjutnya dilakukan pelatihan pembuatan sensor medis berbasis IoT. Pelatihan disampaikan menggunakan metode praktik, dimana peserta akan diajarkan tahapan membuat sensor medis berbasis mikrokontroler Arduino UNO. Pelatihan dilakukan secara bertahap untuk meningkatkan dasar pemahaman siswa, dimulai dari instalasi *software* dan pembuatan *sketch* pemrograman, dilanjutkan sinkronisasi dengan rangkaian elektronik sederhana, sistem sensor sederhana, hingga sistem sensor medis berbasis IoT. Tahapan pelatihan ditunjukkan oleh blok diagram pada Gambar 1. Kegiatan ini diikuti oleh 16 orang peserta yang memiliki dasar elektronika dan mengambil minat pada IoT.



Gambar 1. Tahapan pelatihan IoT.

HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

Pelatihan ini dilaksanakan selama 2 hari, hari pertama diisi dengan persiapan pelatihan, sementara pemberian materi dan pelatihan diberikan di hari kedua. Dalam pelaksanaannya, kegiatan ini diikuti oleh 59 peserta yang merupakan siswa siswi dari beberapa SMA/SMK yang ada di Trenggalek. Pemberian materi yang diberikan terkait dengan dasar IoT dan dasar elektronika, dilanjutkan dengan sesi tanya jawab dan diskusi. Pemberian materi dan sesi diskusi ini diikuti dengan antusias oleh peserta yang terlihat di Gambar 2 dan 3.



Gambar 2. Penyampaian materi tentang IoT.



Gambar 3. Penyampaian materi tentang elektronika.

Sebelum diberikan pelatihan berupa praktik, peserta terlebih dahulu diberikan *pre-test* singkat untuk melihat dasar pengetahuan yang telah dimiliki siswa tentang IoT. Setelahnya peserta diberikan penjelasan singkat terkait dengan Arduino dan aplikasi *Blynk* yang akan digunakan dalam sesi praktik. Sesi praktik dimulai dari rangkaian sederhana LED on-off, LED *Sequential*, dilanjutkan dengan sensor sederhana berupa sensor maling hingga sensor *heart rate*. Dalam sesi ini, peserta dibagi ke dalam beberapa kelompok yang beranggotakan 2-3 orang dengan *learning kit* dan modul untuk setiap kelompok. Sesi praktik didampingi langsung oleh beberapa dosen anggota tim PkM, dan setiap kelompok juga diberikan asistensi oleh satu mahasiswa sesuai dengan gambar 4 dan 5.



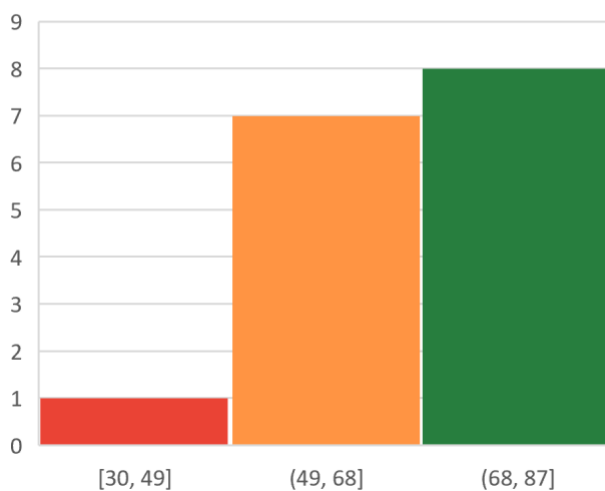
Gambar 4. Sesi praktik.



Gambar 5. Sesi praktik didampingi oleh tim PkM

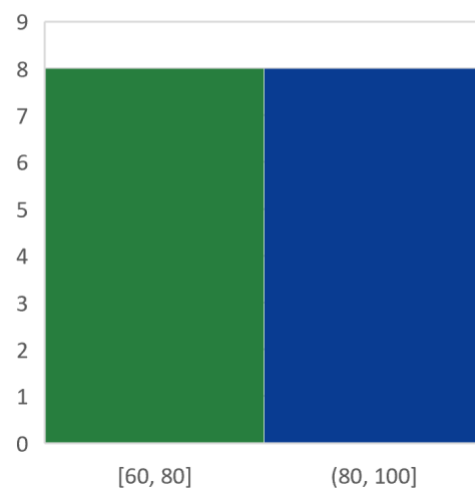
Peserta kembali diberikan *post-test* untuk melihat perkembangan kemampuan siswa setelah pelatihan diberikan. Terlihat adanya persebaran nilai yang berbeda dari *pre-test* dan *post-test* yang ditunjukkan oleh grafik 1 dan 2. Terlihat adanya peningkatan nilai dari peserta setelah mengikuti pelatihan. Hal ini menunjukkan bertambahnya pengetahuan dan kemampuan peserta terkait IoT setelah diberikan pelatihan.

Distribusi Nilai *Pre-test*



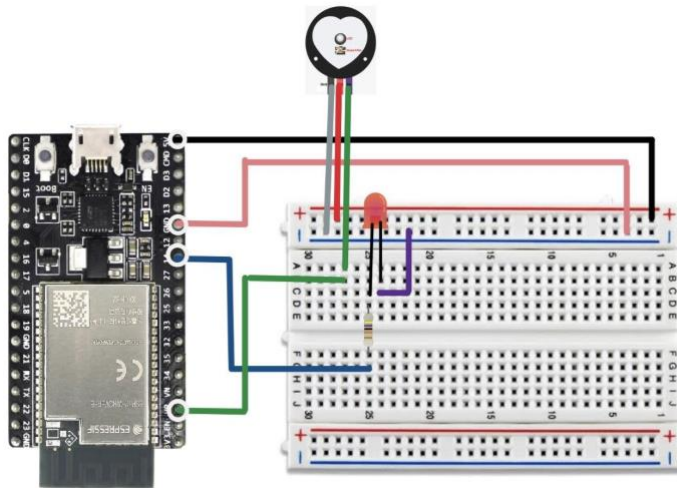
Grafik 1. Distribusi Nilai *Pre-test*.

Distribusi Nilai *Post-test*

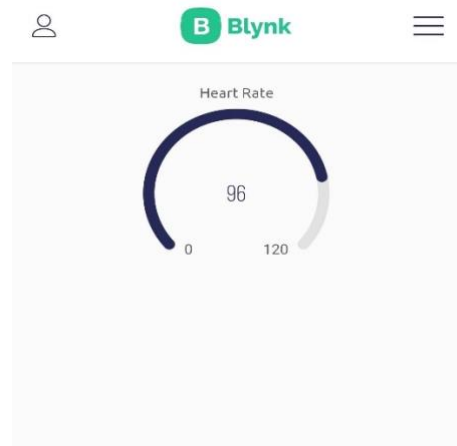


Grafik 2. Distribusi Nilai *Post-test*.

Selain adanya peningkatan pengetahuan tentang IoT, pelatihan ini juga menghasilkan rancangan produk sederhana berupa prototipe sistem deteksi detak jantung berbasis IoT. Prototipe sistem deteksi detak jantung dibangun menggunakan mikrokontroler Arduino dan sensor *heart rate*. Dengan menggunakan modul wifi, data dikirimkan kepada aplikasi *Blynk* pada smartphone untuk menampilkan data hasil pembacaan dari sensor *heart rate*. Desain prototip ditunjukkan pada Gambar 6 dan hasil pembacaan sensor berupa *heart rate* ditampilkan pada Gambar 7.

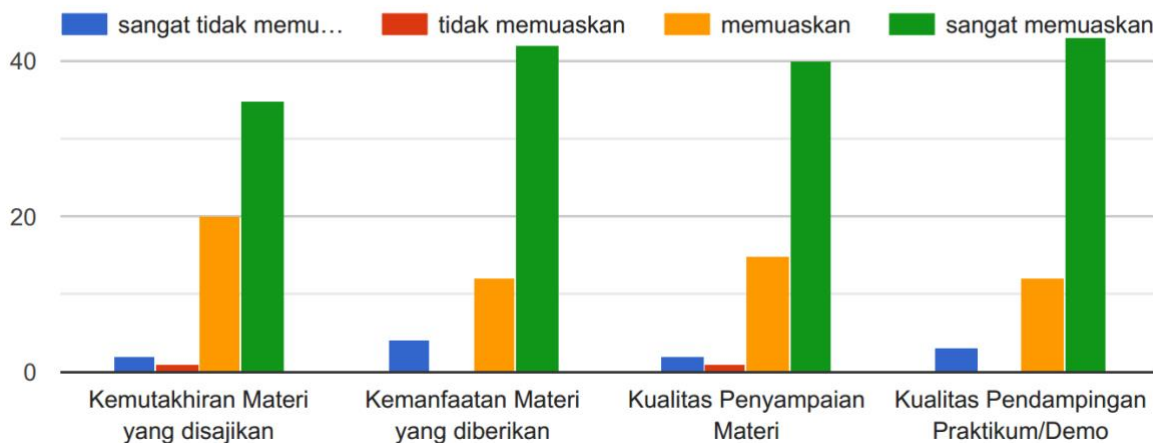


Gambar 6. Desain Prototipe sistem deteksi detak jantung berbasis mikrokontroler dan sensor heart rate.

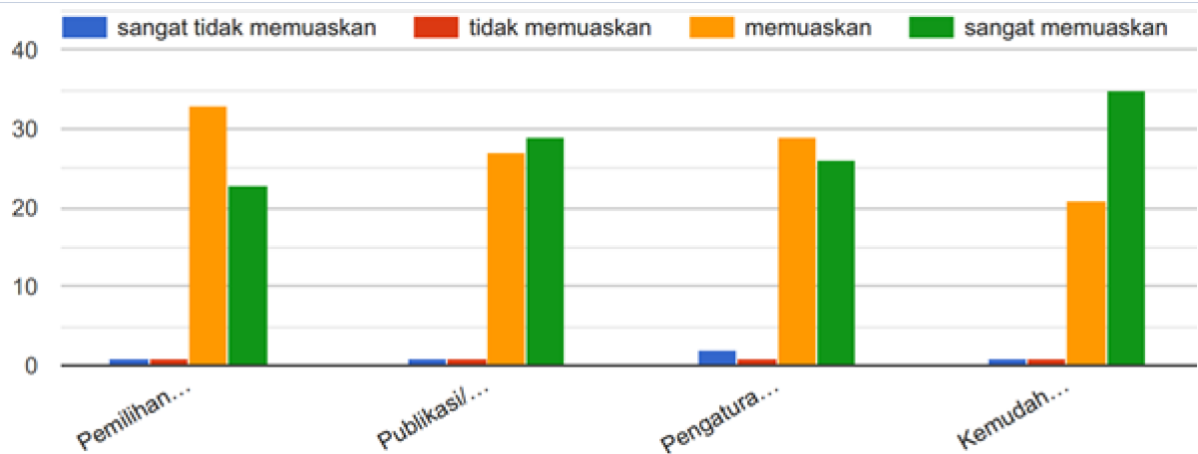


Gambar 7. Layar output sistem deteksi detak jantung.

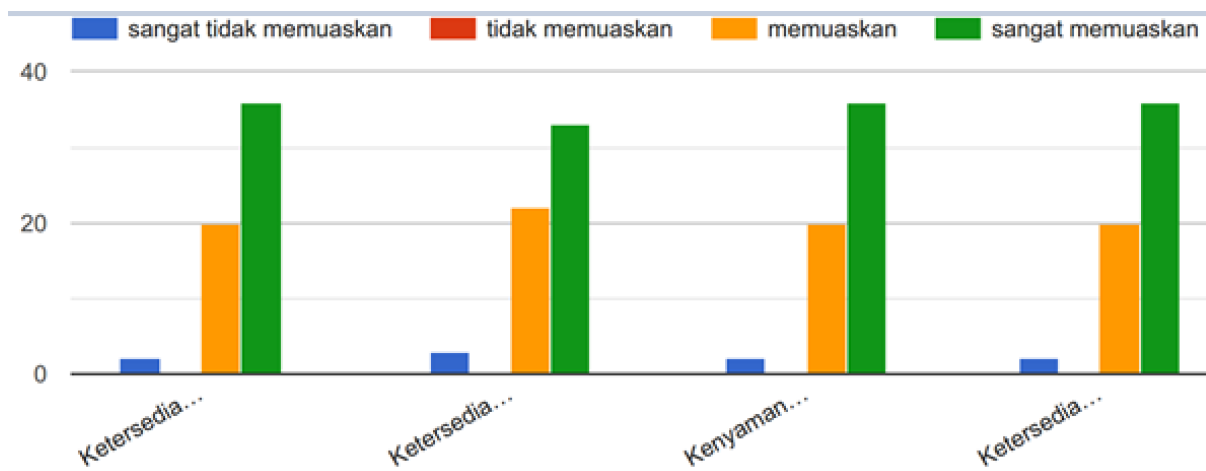
Sebagai umpan balik dari peserta terhadap tim PkM, dilakukan evaluasi berupa pengisian kuisisioner oleh peserta. Kuisisioner yang diberikan terbagi ke dalam 4 kategori utama, yakni Kualitas Materi dan Nara Sumber, Manajemen dan Organisasi, Fasilitas Selama Kegiatan Pengmas, serta Dukungan Unit Kerja Terhadap Pelaksanaan Kegiatan Pengmas. Setiap kategori mayoritas mendapatkan nilai memuaskan dan sangat memuaskan seperti ditunjukkan pada grafik 3, 4, 5 dan 6. Hal ini menunjukkan kegiatan pengabdian yang diberikan memberikan dampak positif pada mitra.



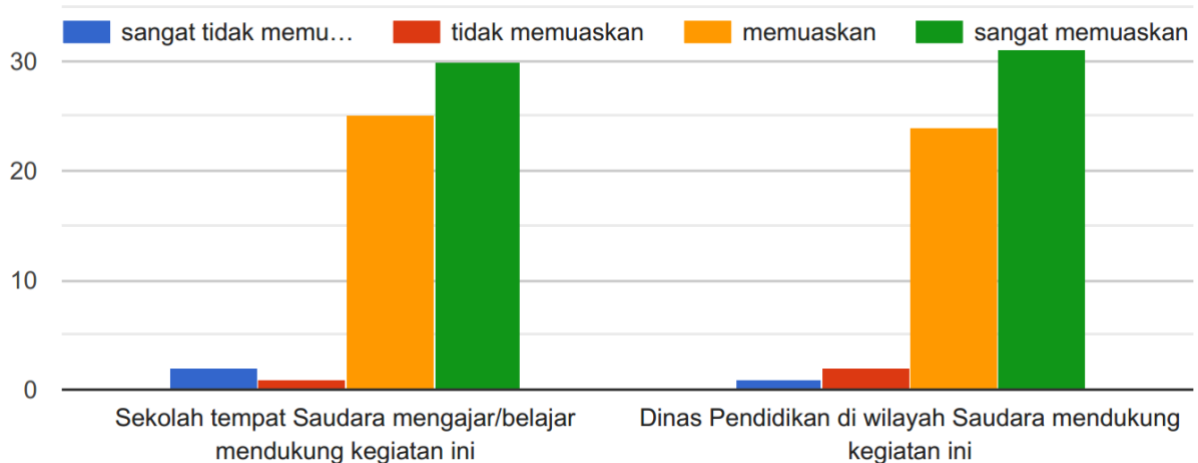
Grafik 3. Hasil kuisisioner kategori Kualitas Materi dan Nara Sumber.



Grafik 4. Hasil kuisiner kategori Manajemen dan Organisasi.



Grafik 5. Hasil kuisiner kategori Fasilitas Selama Kegiatan Pengmas.



Grafik 6. Hasil kuisiner kategori Dukungan Unit Kerja Terhadap Pelaksanaan Kegiatan Pengmas.

PEMBAHASAN

Internet of Things (IoT) merupakan sistem yang telah banyak diterapkan di berbagai bidang, tidak terkecuali dalam bidang medis (Budioko, dkk, 2022). Sehingga pengetahuan

tentang IoT penting untuk ditanamkan kepada siswa SMA/SMK untuk menjadi bekal sebelum terjun ke masyarakat untuk menjadi tenaga kerja profesional. Pelatihan IoT ini diberikan dengan dua metode, yakni metode ceramah dan praktik. Praktik yang dilakukan setelah ceramah mampu meningkatkan ingatan dan pemahaman siswa terhadap materi yang diberikan (Arianti, dkk, 2020). Hal ini terlihat dari peningkatan nilai siswa saat *post-test*, dengan distribusi nilai *pre-test* berada antara 30-87, sementara distribusi nilai *post-test* meningkat menjadi 60-100. Peningkatan pengetahuan ini didukung dengan hasil kuisioner pada penilaian kualitas dan kemanfaatan materi dengan mayoritas peserta menyatakan memuaskan dan sangat memuaskan, dan beberapa di antaranya menyatakan sangat tidak memuaskan.

Tujuan utama dari pelatihan ini adalah mengenalkan teknologi *Smart Medical Devices* (SMDs) kepada siswa SMA/SMK. Prototipe yang diperoleh sebagai luaran telah membuktikan kemampuan dan keahlian siswa dalam mendesain sistem deteksi detak jantung berbasis IoT sebagai cikal bakal SMDs. Sistem deteksi detak jantung dibangun dengan program mikrokontroler dengan rancangan perangkat keras ini terdiri dari 3 komponen utama yaitu; input, proses dan output. Pada bagian input sistem ini terdiri dari rangkaian sensor *heart rate* sebagai pendeteksi adanya detak yang diterima dan terintegrasi oleh LED ketika detak jantung terdeteksi (Yudhana dkk, 2019). *Sensor heart rate* akan mengirimkan sinyal berupa data frekuensi dan pulsa dari detak jantung yang diterima dari jari pasien. Kemudian data tersebut akan masuk kedalam Arduino Uno untuk diubah menjadi data digital dan diproses menjadi input data sinyal BPM. Data kemudian dikirimkan menggunakan ESP32 yang merupakan mikrokontroler dengan modul wifi, kepada aplikasi Blynk sehingga dapat menampilkan informasi nilai detak jantung dengan tampilan grafik seseorang pada kondisi real-time yang dapat dilihat pada layar *smartphone* (Sayekti, dkk, 2022).

Pelatihan berbasis IoT kepada siswa SMA/SMK telah pernah diterapkan pada beberapa pengabdian sebelumnya, dan menunjukkan hasil positif terhadap mitra yang selaras dengan pengabdian ini. Salah satunya oleh Putra, dkk (2021) yang memberikan pelatihan kepada siswa SMK Perikanan dan Kelautan Kecamatan Puger, Kabupaten Jember, menggunakan IoT untuk sistem monitoring kondisi air tambak. Pelatihan yang telah diterima siswa SMK tersebut memungkinkan mereka untuk meningkatkan kemampuannya di bidang teknologi yang berkaitan dengan perikanan dan kelautan, selain itu juga keterampilan dan pengetahuan yang akan berguna di dunia kerja, khususnya dalam revolusi industri 4.0. Pengabdian lain yang dilakukan oleh Wardana, dkk (2022) juga menunjukkan kelayakan dari materi pelatihan IoT, penyampaian materi, dan kegiatan pelatihan IoT. Pelatihan ini juga menerapkan pembelajaran rangkaian dan pemrograman dua lampu LED dan satu catu daya dc berbasis IoT menggunakan mikrokontroler node mcu esp 32 dan aplikasi blynk untuk memonitor kemajuan pada *smartphone*.

SIMPULAN

Pengabdian masyarakat berupa pelatihan pembuatan sensor medis berbasis IoT sebagai pengenalan *Smart Medical Devices* telah berhasil dilaksanakan di SMA Negeri 1 Kampak, Trenggalek. Pelatihan dengan menggunakan metode ceramah dan praktik ini dapat diikuti dengan baik oleh peserta yang merupakan siswa SMA/SMK di Kabupaten Trenggalek. Peningkatan pengetahuan dan keahlian terkait dengan IoT ditunjukkan oleh siswa melalui peningkatan nilai tes sebelum dan sesudah pelatihan diberikan. Tidak hanya peningkatan

pengetahuan, pengabdian ini juga menghasilkan luaran berupa prototipe sistem deteksi detak jantung berbasis IoT sebagai cikal bakal *Smart Medical Devices*. Kegiatan ini diharapkan dapat menjadi bekal bagi siswa SMA/SMK di Trenggalek untuk mengembangkan produksi dan pengadaan alat kesehatan secara mandiri di Indonesia

PERNYATAAN PENULIS

Penulis menyatakan bahwa artikel ini belum pernah dipublikasikan pada jurnal manapun.

DAFTAR PUSTAKA

- Anaya, A., 2016, Pengembangan Industri Alat Kesehatan. Disampaikan pada Sinergi Akademisi, Bisnis, Pemerintah, dan Masyarakat Dalam Meningkatkan Keberterimaan Hasil Penelitian Peralatan Elektromedik, 19 April 2016, di Swiss Germany University, Tangerang.
- Arianti, B. D. D., Kholisho, Y. N., Ismatulloh, K., Wirasmita, R. H., Uska, M. Z., & Fathoni, A. (2020). Pelatihan Computer Based Test (CBT) Ujian Nasional Untuk Siswa SMK di Lombok Timur. *ABSYARA: Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 1(1), 22–32. <https://doi.org/10.29408/ab.v1i1.2408>
- Büyüközkan, G., and Göçer, F. 2017. Smart Medical Device Selection Based on Interval Valued Intuitionistic Fuzzy VIKOR. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 306–317.
- Jarot, D., Fujijama, D.S., dan Nuris, D.S. 2021. Sistem Monitoring Detak Jantung Untuk Mendeteksi Tingkat Kesehatan Jantung Berbasis Internet Of Things Menggunakan Android. *Jurnal Jupiter* 13:69-75.
- Kemenkes. 2020. Rencana Aksi Kegiatan Tahun 2020 – 2024. Direktorat Penilaian Alat Kesehatan dan Perbekalan Kesehatan Rumah Tangga.
- Pusdatin Kemenkes RI. (2014). Situasi Kesehatan Jantung. Jakarta.
- Putra, A. P., Rulaningtyas, R., Satria, F. K & Arisgraha, F. C. S. (2021). Pelatihan Rancang Bangun Sistem Monitoring Kondisi Air Tambak Berbasis Internet of Things (IoT) di SMK Perikanan dan Kelautan Kecamatan Puger Kabupaten Jember. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 4(4).
- Santyadiputra, G.S., I Made Putrama, I Gede Partha Sindu. Pelatihan Internet Of Things (Iot) Untuk Pelajar Tingkat SMK Di Kecamatan Buleleng. *Seminar Nasional Vokasi dan Teknologi (SEMNASVOKTEK)*. Denpasar-Bali.
- Sayekti, I., Supriyo, B., Kusumastuti, S., Krishna, B., Kartika, V.S., Utomo, K., Dadi, Beta, S., Pramuji, T., & Aji, A.F. (2022). *ABSYARA: Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 3(1), 150 - 158. <https://doi.org/10.29408/ab.v3i1.5616>
- Suhartini, S., Sudianto, A., Gunawan, I., Permana, B. A. C., Ahmadi, H., Fathurrahman, I., Wijaya, L. K., Wasil, M., & Nurhidayati, N. (2021). Pembinaan kewirausahaan berbasis teknologi untuk mengembangkan jiwa Technopreneurship. *ABSYARA: Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 2(1), 1–7. <https://doi.org/10.29408/ab.v2i1.2574>
- Totok Budioko1*, LN. Harnaningrum. 2022. Pelatihan Nodemcu Untuk Pengendalian Lampu Dan Pembacaan Sensor Di Smkn 1 Tempel Sleman. *Jurnal Pengabdian Masyarakat - Teknologi Digital Indonesia*. Volume 1(1), 9—14. e-ISSN : 2829-1328.

Rulaningtyas, R., Putra, A. P., Rahma, O. N., Katherin, K., Wibawa, I M. M. D. P. W., Ryadi, K. S. I. (2023). Pelatihan pembuatan sensor medis berbasis IoT sebagai pengenalan smart medical devices. *ABSYARA: Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*. 4(1). 102 - 111. Doi: 10.29408/ab.v4i1.6989

Utomo, F. H. 2009. *Arahan Pengembangan Sekolah Menengah Kejuruan Bisnis dan Manajemen Berbasis Sektor Perdagangan di Kabupaten Tulungagung*. Tesis. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Wardana, H.K., Yannuansa, N., Ummah, I. 2022. Pelatihan Kendali Lampu LED Berbasis IoT di SMK Dwija Bhakti 1 Jombang Untuk Meningkatkan Kemampuan Siswa di Era Revolusi Industri 4.0. *Jurnal Anugerah*. Ojs.umrah.ac.id.

Yudhana, A., Purnama, H.S., Aprianto, I., Anwar, K., Putra, M.D.D., dan Alfaqih, M. 2019. *Proyek Instrumentasi Medis berbasis Internet of Things*. CV Mine.