



Pengembangan Trainer KIT Mikrokontrol Arduino Uno Berbasis IOT sebagai Media Penunjang Pembelajaran Sistem Kontrol Terprogram

Benny Oktrialdi*, Partaonan Harahap, Affandi, Rahmat Fauzi, Arya Rudi Nasution, Ade Faisal

Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Jl. Kapten Muchtar Basri No.3, Glugur Darat II, Kec. Medan Tim., Kota Medan, Sumatera Utara 20238

*Email korespondensi: bennyoktrialdi@umsu.ac.id

ARTICLE INFO

Article history

Received: 30 Des 2025

Accepted: 26 Feb 2025

Published: 30 Mar 2025

Kata kunci:

Pengembangan
Pembelajaran Trainer
KIT;
Elektronika Dasar;
Elektronika Daya;
Arduino Uno

Keyword:

Trainer Kit Learning
Development;
Basic Electronics;
Power Electronics;
Arduino Uno

ABSTRAK

Background: Pelatihan media pembelajaran merupakan salah satu faktor penting dalam meningkatkan hasil belajar, dengan media pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan khususnya siswa/siswi SMK Teknologi Yayasan Pendidikan Sinar Husni agar dapat memahami pembelajaran. Tujuan dari pelaksanaan program kemitraan masyarakat (PKM) untuk menghasilkan media pembelajaran interaktif yang valid, praktis dan efektif untuk membantu siswa/siswi SMK Teknologi menguasai bidang Elektronika dan Kontrol. **Metode:** Metode untuk pelaksanaan kegiatan Pengabdian Kemitraan Masyarakat untuk SMK Teknologi Yayasan Pendidikan Sinar Husni Jurusan Teknik Elektro/Listrik ini adalah dengan melakukan observasi terlebih dahulu ke lokasi Sekolah tempat diadakannya Pengabdian Masyarakat, serta sharing dengan beberapa orang guru Teknik Listrik. Hal ini dilakukan untuk mengidentifikasi metode pengabdian yang sesuai dengan kondisi Mitra Tim Pengabdian Kemitraan Masyarakat lapangan, sehingga nantinya tepat mengenai sasaran. **Hasil:** membuat dan memahami media pembelajaran Arduino Uno dasar dan mengimplementasikannya dengan baik. **Kesimpulan:** Diharapkan untuk kedepan dengan adanya kegiatan ini dapat menginspirasi dan memotivasi kepada para peserta serta dapat berinovasi dalam pengembangan Iptek di dunia Elektronika dan Instrumentasi Kontrol untuk menunjang program Revolusi Industri 4.0

ABSTRACT

Background: Learning media training is one of the important factors in improving learning outcomes, with learning media that suits the needs, especially students of SMK Teknologi Yayasan Pendidikan Sinar Husni can understand learning. The purpose of the implementation of the community partnership program (PKM) is to produce interactive learning media that is valid, practical and effective to help students of SMK Teknologi master the field of Electronics and Control. **Method:** The method for implementing Community Partnership Service activities for SMK Teknologi Yayasan Pendidikan Sinar Husni, Department of Electrical Engineering / Electricity, is by first making observations to the location of the School where the Community Service is held, as well as sharing with several Electrical Engineering teachers. This is done to identify service methods that are in accordance with the conditions of the Community Partnership Service Team Partners in the field, so that later it will be right on target. **Result:** This activity can make and understand basic Arduino Uno learning media and implement it well. **Conclusion:** It is hoped that in the future this activity can inspire and motivate the participants and can innovate in the development of science and

technology in the world of Electronics and Control Instrumentation to support the Industrial Revolution 4.0 program.



© 2025 by authors. Lisensi Jurnal Solma, UHAMKA, Jakarta. Artikel ini bersifat open access yang didistribusikan di bawah syarat dan ketentuan Creative Commons Attribution (CC-BY) license.

PENDAHULUAN

SMK Teknologi Jurusan Teknik Elektro/Listrik merupakan salah satu jurusan pilihan untuk siswa/siswi di SMK Teknologi setelah tamat dari SMP. Dasar keilmuan SMK Teknologi Jurusan Teknik Elektro/Listrik ini mempelajari tentang ilmu listrik dan aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari. Tentunya siswa/siswi SMK Teknologi Jurusan Listrik ini dibekali dengan ilmu dan pengetahuan seputar konsep, perancangan, pengembangan, serta produksi perangkat listrik maupun elektronik serta pengetahuan dasar tentang Komputerisasi. Disamping itu juga sesuai kurikulum SMK Teknologi, mereka dibekali dengan pembahasan sekilas tentang metode pembangkit dengan sumber energi terbarukan, metode penyimpanan energi, dan metode suatu sistem kontrol penghematan energi serta peran serta Komputerisasi internet dalam kehidupan sehari-hari masyarakat modern yang menjadi sesuatu yang tidak dapat dipisahkan sehingga lahirnya konsep mengenai *Internet of Things* (IoT), dimana IoT merupakan sebuah konsep komputasi yang menggambarkan masa depan yang serba OTOMASI, dimana suatu sistem mekanik dan elektronik serta komputerisasi berada dalam satu paket sistem. Sistem yang dibangun berbasis Android dengan memanfaatkan perangkat Arduino Uno sebagai sistem kontrol (Sarhan, 2018; Saad et al., 2023).

Selain itu, sistem tersebut juga dapat mendeteksi keadaan lampu baik menyala, padam, maupun tidak terhubung dengan listrik. Sistem pengontrol tersebut dapat digunakan secara manual atau otomatis dengan memanfaatkan sensor cahaya dan timer supaya perangkat elektronik seperti lampu, dapat menyala secara otomatis pada waktu yang telah ditentukan sebelumnya. Sistem OTOMASI ini tentunya dapat meningkatkan Fleksibilitas dan Effisiensi serta mengurangi dampak Human Error, dan sistem OTOMASI yang terus berkembang dengan pesat dan terjadi saat ini di Era Revitalisasi Industri 4.0. Dan sistem Otomasi ini tentu tak terlepas dari perangkat Sistem Tertanam (*Embedded System*), dimana *Embedded system* adalah sistem yang dirancang dengan tujuan khusus untuk meningkatkan fungsi mesin atau perangkat elektronika yang di dalamnya terdapat mikrokontroler sebagai pusat pemrosesan data. Saat Revitalisasi Era Industri 4.0 saat ini memungkinkan *embedded system* dapat dimaksimalkan dengan teknologi *Internet of Things* (IoT) untuk memonitor dan mengontrol dari jarak jauh terhadap perangkat, sensor, atau mesin.

Perpaduan antara Elektronik dan Komputerisasi tentu saja meningkatkan teknologi komunikasi secara komputerisasi tersebut saat ini, dari media elektronik pada awalnya masih menggunakan sistem analog, dan baru beralih ke sistem digital dengan ditandai hadirnya transformasi produk media seperti e-book, internet, koran digital, elibrary, e-shop dsb. Masa ini juga sering disebut sebagai revolusi digital. Revolusi digital ini telah dimulai pada awal tahun 1990an di dunia.

Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) mulai merambah kepada pengendalian perabotan elektronik pada rumah tangga. Dan ini sangat penting dilakukan. Karena sistem

pengendalian yang efisien tentunya dapat menekan jumlah biaya penggunaan energi listrik, dan siswa/siswi SMK Teknologi Jurusan Elektro/Listrik. Yayasan Pendidikan Teknologi Sinar Husni ini sangatlah perlu diberikan pelatihan Mikrokontroler agar mereka nantinya siap menghadapi Era Revitalisasi Industri 4.0 yang serba otomatis, tipe dan salah satunya yaitu Mikrokontroler Arduino Uno yang dapat digunakan untuk berbagai fungsi dalam bidang teknologi elektronika.

Dengan adanya Revolusi Industri 4.0 pertumbuhan teknologi digital berkembang sangat pesat dan sejalannya dengan perkembangan dunia diharapkan masyarakat di seluruh penjuru dunia mampu beradaptasi dengan perubahan-perubahan atau inovasi yang ada di tengah lingkungan masyarakat. Berkaitan dengan hal tersebut, instansi pendidikan formal khususnya SMK juga harus beradaptasi dalam mengembangkan kegiatan pembelajaran demi meningkatkan kompetensi siswa agar mampu bersaing di dunia industry, terutama tentang Mikrokontroler Arduino Uno.

Dimana Mikrokontroler adalah komputer tanpa piranti antara (interface) dengan manusia, seperti monitor, keyboard, mouse. Bagian penting dari sebuah chip mikrokontroler adalah processor, memori (ROM dan RAM), unit Input dan Output serta unit tambahan (internal maupun eksternal) seperti *Analog-to-Digital Converter* (ADC) atau *Digital-to-Analog Converter*, sedangkan Arduino UNO adalah sistem komputer kecil yang dapat diprogram menggunakan intruksi-intruksi untuk berinteraksi dengan berbagai macam perangkat input dan output (Bharath et al., 2017; Siregar et al., 2024). Arduino UNO menggunakan chip mikrokontroler ATmega328P yang memiliki 14 pin digital Input/Output, 6 input analog, isolator Kristal 16 MHz, koneksi USB, power jack, ICP head dan tombol reset (Nandini et al., 2015; Prakasha et al., 2022).

Revolusi industri 4.0 sering juga disebut dengan cyber physical system. Revolusi ini menitik beratkan pada otomatisasi dan mengkolaborasikannya dengan teknologi cyber. Ciri utama dari revolusi industri ini adalah penggabungan informasi dan teknologi komunikasi dalam bidang industri. Munculnya revolusi industri menyebabkan adanya perubahan dalam berbagai sektor. Jika semula membutuhkan pekerja yang cukup banyak, namun kini segala sesuatu bisa digantikan dengan penggunaan mesin teknologi. Dan untuk mencetak sumber daya yang dapat bersaing di dunia teknologi elektronik, robotika dan otomasi, diharapkan setiap sekolah memiliki media pembelajaran yang lengkap dalam menunjang kegiatan pembelajaran (Machidon et al., 2018; Hajar et al., 2018). Salah satu contoh media pembelajaran untuk menunjang kegiatan pembelajaran di bidang elektronik, robotika dan otomasi adalah trainer mikrokontroler berbasis Arduino. Media ini diharapkan dapat meningkatkan dan mengembangkan kompetensi serta kemampuan berpikir kritis siswa dalam dunia industry. Aplikasi ini menjadi populer karena memudahkan seseorang untuk membuat simulasi elektronik melalui komputer. Aplikasi ini pun kian digemari oleh generasi muda terutama para tentang mikrokontroler yang dikembangkan melalui aplikasi Arduino Uno masih minim untuk dipelajari dan dikembangkan untuk para siswa/siswi SMK tersebut (Horvat et al., 2013; Ratnawati & Sunardi, 2020).

Untuk menindak lanjuti dan mengatasi dari permasalahan hal-hal yang telah diterangkan diatas, Kami dari TIM Pengabdian Kemitraan Masyarakat akan memberikan Pelatihan Khusus dengan materi Pelatihan Mikrokontroler Arduino Sebagai Media Penunjang (Shankar, 2018). Pada

Mata Pelajaran Teknik Digital dan sistem Mikrokontrol di SMK Sinar Husni Deli Serdang yang akan dilaksanakan dalam waktu dekat ini. Kami Tim Pengabdian Kemitraan Masyarakat , mengkhususkan pengabdian Ilmu yang kami miliki pada SMK Teknologi jurusan Teknik Elektro Sinar Husni agar nantinya siswa/siswi dapat lebih memahami tentang Mikrokontrol Arduino serta pengaplikasiannya yang tetap sejalan dengan perkembangan sistem tertanam (*Embedded system*) pada era digital saat ini, dan tentunya harus siap tampil berkompetensi di dunia industri maupun dunia kerja dan pribadi pada Era Revitalisasi Indusri 4.0 (SEA, 2015; Karaaslan, 2024).

METODE PELAKSANAAN

Metode untuk pelaksanaan kegiatan Pengabdian Kemitraan Masyarakat untuk SMK Teknologi Yayasan Pendidikan Sinar Husni Jurusan Teknik Elektro/Listrik ini adalah dengan melakukan observasi terlebih dahulu ke lokasi Sekolah tempat diadakannya Pengabdian Masyarakat, serta sharing dengan beberapa orang guru Teknik Listrik. Hal ini dilakukan untuk mengidentifikasi metode pengabdian yang sesuai dengan kondisi Mitra Tim Pengabdian Kemitraan Masyarakat dilapangan, sehingga nantinya tepat mengenai sasaran. Berdasarkan hasil observasi identifikasi inilah sebagai titik acuan Tim Pengabdian Kemitraan Masyarakat untuk melaksanakan pelatihan Mikrokontrol Arduino pada siswa/siswi SMK Teknologi Jurusan Teknik Elektro/Listrik di Yayasan Pendidikan Sinar Husni Deli Serdang.

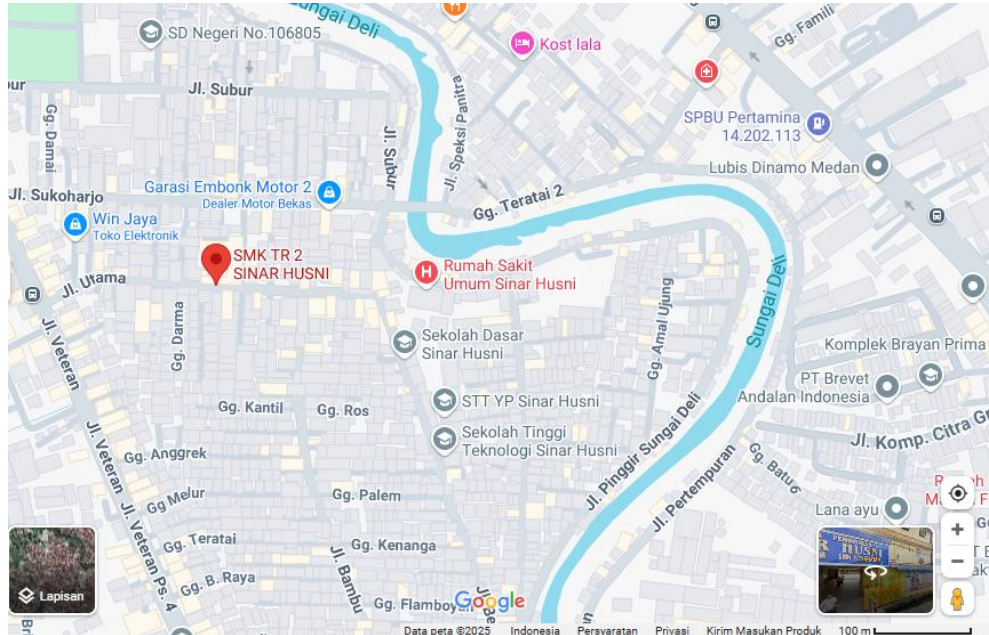
Peranan dan partisipasi Mitra tentunya sangat diharapkan selama kegiatan Pelatihan Elektronik Mikrokontrol Arduino dilaksanakan. Peserta pelatihan keterampilan Mikrokontrol Arduino ini adalah para siswa/siswi SMK Jurusan Teknik Elektro/Listrik dan Bapak Ibu Guru sebagai Pendamping siswa/siswinya yang ikut Pelatihan. Selanjutnya mitra sangat diharapkan partisipasinya untuk ikut membantu dalam pengadaan tempat dan ruangan yang layak sebagai tempat Pelatihan yang akan dilaksanakan, serta mempersiapkan diri mereka dengan kemampuan soft skill secara pribadi yang mereka miliki, agar Pelatihan Mikrokontrol Arduino ini berjalan sebagai mana mestinya.

Tahapan pelaksanaan program pengabdian kepada masyarakat ini adalah berupa Pelatihan Kompetensi siswa di bidang Mikrokontrol Arduino, serta mengadakan Pelatihan Pembuatan Program Microcontroller Arduino dan Workshop insatalasi dasar Jaringan Komputer untuk para siswa/siswi SMK Teknolodi tersebut. Terkait dengan hal tersebut, berikut ini dijelaskan tentang Metode metode-metode yang terkait dalam pengembangan program Pengabdian Kemitraan Masyarakat yang akan dilaksanakan nantinya.

Pelaksanaan Pengabdian Kepada Masyarakat yang dilakukan yaitu berupa seminar danpelatihan. Seminar ditujukan agar peserta memiliki pemahaman dasar mengenai teknologi yang berkembang dewasa ini. Pelatihan ditujukan agar peserta dibekali dengan ilmu lanjutan tentang pemograman Mikrokontroler Arduino, dengan metode pelatihan sebagai berikut:

1. Tim Pengabdian Kemitraan Masyarakat berkunjung ke SMK Teknologi Yayasan Pendidikan Sinar Husni mengadakan Audensi untuk menyampaikan maksud serta tujuan dan sasaran program yang harus tercapai, dan peserta pelatihannya adalah Siswa/siswi dari Sekolah SMK Teknologi Jurusan Teknik Elektro/Listrik Yayasan Pendidikan Sinar Husni, In shaa Allah dilaksanakan bulan Mei 2023.

2. Tim Pengabdian Kemitraan Masyarakat menganalisa kebutuhan-kebutuhan yang diperlukan mitra serta mengumpulkan bahan dan materi yang rencananya akan digunakan untuk Pelatihan Mikrokontrol Arduino.
3. Tim Pengabdian Kemitraan Masyarakat Melaksanakan Pengabdian pada Mitra dalam hal ini Siswa/siswi Kelas XII dari Sekolah SMK Teknologi Jurusan Teknik Elektro/Listrik Yayasan Pendidikan Sinar Husni.



Gambar 1. Denah lokasi Pengabdian Kemitraan Masyarakat (PKM)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan Kegiatan

Tahapan pertama pada pelaksanaan Kegiatan Pengabdian Kemitraan Masyarakat (PKM) ini tentulah dengan mengirimkan Surat Kesediaan sebagai MITRA kami Dosen Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara kepada Pihak Sekolah yaitu Yayasan Pendidikan Teknologi SMK Teknologi Sinar Husni yang langsung diterima oleh Kepala Sekolah SMK Teknologi Yayasan Pendidikan Sinar Husni. Berdasarkan survey awal yang dilakukan TIM Pengabdian Kemitraan Masyarakat sebelumnya pada SMK Teknologi Sinar Husni dan sesuai dengan Kurrikullum SMK, siswa/siswi SMK Teknologi Sinar Husni tersebut hanya dibekali dengan Mata Pelajaran PLC (*Power Logic Control*) dan hanya sepiantas mengenal teori Mikrokontrol Arduini Uno.

Setelah disepakati waktu yang ditentukan Kami dari TIM PKM segera menuju lokasi gedung tempat diadakannya Kegiatan PKM bersama-sama dengan Wakil Kepala sekolah serta Kepala Bengkel SMK Teknologi Yayasan Pendidikan Sinar Husni, sementara siswa/siswi yang akan diberikan pelatihan tersebut telah menunggu dengan tertib digedung/ruangan Laboratorium Komputer SMK Teknologi (tepatnya pada Gedung B lantai II).

Disamping sangat positif untuk siswa/siswi SMK kegiatan ini juga tentulah sangat positif dan Sebagai tenaga pendidik (Dosen Perguruan Tinggi) secara professional tentunya kami ingin berperan serta dan aktif dimasyarakat agar dapat membantu dan memberikan ilmu pengetahuan

yang kami miliki sebagai rasa tanggung jawab penuh ntuk mendukung salah satu tujuan TRI DARMA Perguruan tinggi dengan memberikan dan mengabdikan ilmu yang kami miliki pada masyarakat, dalam hal ini Pengabdian Masyarakat untuk siswa/siswi SMK Teknologi Yayasan Pendidikan Sinar Husni, terutama jurusan Teknik Elektro.



Gambar 2. Lokasi Acara Pengabdian Kemitraan Masyarakat (PKM) SMK Teknologi Sinar Husni



Gambar 3. Penyerahan Alat Mikrokontrol Arduino UNO pada SMK Teknologi Sinar Husni



Gambar 4. Pemberian Materi PKM pada Siswa/siswi SMK Teknologi Sinar Husni



Gambar 5. Spanduk Pengabdian Kegiatan Masyarakat (PKM) di SMK Teknologi Yayasan Pendidikan Sinar Husni

HASIL KEGIATAN

Dengan diadakannya Pengabdian Kemitraan Masyarakat (PKM) pada SMK Teknologi Sinar Husni ini sangat diharapkan agar para siswa/siswi SMK Teknologi tersebut dapat mengenal lebih jauh dan mengembangkan sistim mikrokontrol Arduino kedepannya dengan harapan agar mereka dapat bersaing secara nyata di dunia indusri nantinya. Pelatihan yang diberikan kepada siswa/siswi SMK Teknologi Sinar Husni adalah sebagai berikut:

1. Mengenalkan perangkat Mikrokontroller Arduino pada siswa/siswi SMK

Mengenalkan perangkat mikrokontroler **Arduino** kepada siswa/siswi SMK merupakan langkah penting dalam memperkenalkan dunia teknologi dan elektronika yang semakin berkembang. Arduino adalah platform open-source yang sangat populer dalam dunia pengembangan perangkat elektronik dan IoT, dan sangat cocok untuk digunakan sebagai alat pembelajaran di tingkat sekolah menengah kejuruan (SMK). Berikut ini beberapa poin penting yang dapat dijadikan panduan untuk mengenalkan Arduino pada siswa/siswi SMK.

- Pengenalan mikrokontroler Arduino uno
- Mengetahui fitur dan keunggulan Arduino uno
- Langkahlangkah praktis untuk memulai dengan Arduino uno
- Pemahaman tentang IoT (*Internet of Things*) dengan Arduino
- Pentingnya Keterampilan ini untuk Dunia Kerja

2. Mengenalkan Jenis type data pada siswa/siswi SMK

Tipe data adalah kategori yang menunjukkan jenis data yang dapat disimpan atau diproses dalam suatu variabel. Memahami tipe data sangat penting karena ini menentukan bagaimana data akan disimpan, diolah, dan digunakan dalam program.

3. Memberikan pemahaman cara memprogram Arduino pada siswa/siswi SMK

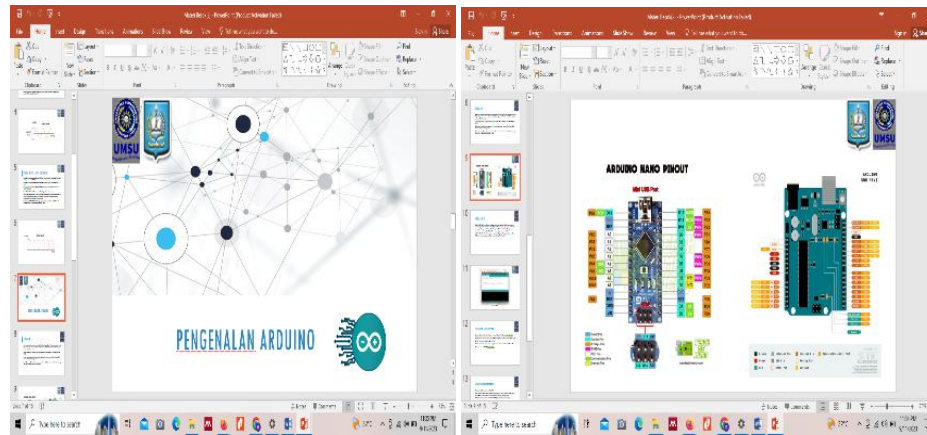
Memberikan pemahaman cara memprogram Arduino kepada siswa/siswi SMK adalah langkah yang sangat baik untuk memperkenalkan mereka pada dunia pengembangan perangkat keras (hardware) dan pemrograman mikrokontroler. Arduino adalah platform yang mudah digunakan dan sangat cocok untuk pendidikan karena dilengkapi dengan IDE (Integrated Development Environment) yang ramah pengguna serta banyaknya dokumentasi dan komunitas

4. Memberikan pemahaman signal analog dan digital

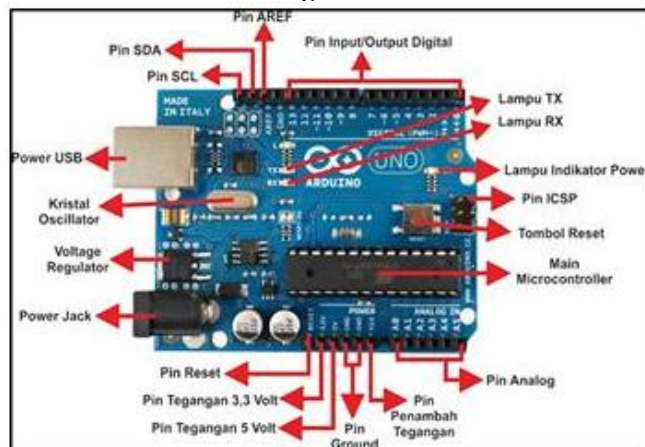
Memberikan pemahaman tentang **sinyal analog** dan **digital** kepada siswa/siswi SMK sangat penting, terutama untuk memahami konsep dasar dalam dunia elektronika, mikrokontroler, serta komunikasi data. Pemahaman ini akan membantu siswa untuk dapat membedakan dua jenis sinyal ini dan bagaimana keduanya digunakan dalam berbagai aplikasi teknologi.



Gambar 5. Pengenalan dan Perakitan perangkat Arduino Uno



Gambar 6. Transfer Pemahaman dan Pemograman Arduino UNO melalui POWER POINT



Gambar 7. Arduino Uno

KESIMPULAN

Setelah diadakannya pelatihan dan pengabdian kemitraan masyarakat (PKM) pengembangan trainer kit mikrokontrol arduino uno berbasis iot sebagai media penunjang pembelajaran pada mata pelajaran sistem kontrol terprogram di smk teknologi sinar husni medan ini, kami para dosen di perguruan tinggi universitas muhammadiyah sumatera utara dan juga para mahasiswa yang tergabung dalam tim pengabdian kemitraan masyarakat (PKM) telah sukses mengadakan pelatihan pkm untk siswa/siswi smk teknologi yayasan pendidikan sinar husni. Dan seluruh siswa/siswi smk teknologi yang mengikuti pelatihan tersebut sangat diharapkan agar:

- A. Berpotensi menghasilkan alumni smk teknologi yang berkarakter dan handal dibidang elektronik terutama sistem otomasi dan robotik.
- B. Berpotensi menghasilkan alumni smk teknologi yang aktif dan produktif dalam dunia industri.
- C. Berpotensi dan mampu mengembangkan keunggulan lokal sebagai proqramer mikrokontrol dan dapat bersaing di dunia industri dan dunia kerja maupun secara pribadi dengan meningkatkan kualitas keahlian.

UCAPAN TERIMA KASIH

Secara pribadi Penulis tentunya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang dengan Kebijakannya telah memberi dukungan financial terhadap Program Kemitraan Masyarakat (PKM) Dosen Fakultas Teknik, serta tidak terlepas kepada peran serta LP2M UMSU dan Khususnya Bapak Dekan beserta Jajarannya di

Fakultas Teknik UMSU yang selalu memberikan Arahan dan dukungan serta motivasi kepada Kami seluruh dosen Fakultas Teknik UMSU untuk melaksanakan Tri Dharma perguruan tinggi ketika ada Waktu dan Kesempatan serta ucapan terima kasih kepada rekan-rekan sesama dosen fakultas teknik UMSU atas Support yang telah diberikan kepada penulis.

DAFTAR PUSTAKA

- Bharath, N., Harika, G., Susmitha, A. S., Adithya, L. N., & Kumar, K. V. V. (2017). *Detection of Fire Accidents Using Gsm & Gps Technologies*. 8(3), 1309–1316.
- Horvat, G., Vinko, D., & Zagar, D. (2013). Household power outlet overload protection and monitoring using cost effective embedded solution. *Proceedings-2013 2nd Mediterranean Conference on Embedded Computing, MECO 2013, June*, 242–246. <https://doi.org/10.1109/MECO.2013.6601368>
- Ibnu Hajar, M. H., Dani, A. W., & Miharno, S. (2018). Monitoring of Electrical System Using *Internet of Things* With Smart Current Electric Sensors. *Sinergi*, 22(3), 211. <https://doi.org/10.22441/sinergi.2018.3.010>
- Karaaslan, Ş. (2024). Economic Analysis of Automatic Meter Reading on Web Based in Türkiye Using Nginx Load Balancer Technology Nginx Yük Dengeleyicisi Kullanılarak Web Tabanlı Otomatik Sayaç Okumanın Türkiye ' deki Ekonomik Analizi. 13(3), 31–36.
- Machidon, O. M., Stanca, C., Ogrutan, P., Gerigan, C., & Aciu, L. (2018). Power-system protection device with IoT-based support for integration in smart environments. *PLoS ONE*, 13(12), 1–22. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0208168>
- Nandini Hiremath, Mrunali Kumbhar, Aakrati Pathania, & Vinod Patil. (2015). Smart Fuel Theft Detection using Microcontroller ARM7. *International Journal of Engineering Research And*, V4(09), 121–126. <https://doi.org/10.17577/ijertv4is090155>
- Nti, I. K., Jonas, Y. S., Williams, A., Isaac, B. A., & Elvis, A. (2019). An Automatic Electrical Load Monitoring , Control and Alert System. *International Journal of Advanced Research and Publications*, 3(7), 6–10.
- Prakasha Rao, D., Professor, A., & Professor, A. (2022). Vehicle Tracking and Monitoring System Using GPS and GSM, based on IOT. *International Journal of Current Science*, 12(2), 2250–1770. www.ijcspub.org
- Ratnawati, N., & Sunardi, S. (2020). Load Characteristics with Current Detection Using an Arduino Based ACS712 Sensor. *Buletin Ilmiah Sarjana Teknik Elektro*, 2(2), 83. <https://doi.org/10.12928/biste.v2i2.1522>
- Saad, A. M., Masa, M. A., Abdurrahman, T. S. D., & Syarifuddin, A. (2023). Design of IoT-Based Analog kWh Meter Monitoring. *PROtek : Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 10(1), 52. <https://doi.org/10.33387/protk.v10i1.5571>
- Sarhan, Q. I. (2018). *Internet of Things: a survey of challenges and issues*. *International Journal of Internet of Things and Cyber-Assurance*, 1(1), 40. <https://doi.org/10.1504/ijitca.2018.10011246>
- SEA. (2015). *Smart Metering : Overview and Considerations for South African Municipalities*. July, 27.
- Shankar Kokkula, R. (2018). Temperature monitoring and controlling through GSM. *International Journal of Advance Research*, 4(3), 815–818.
- Siregar, R. F., Affandi, A., Rohana, R., Nasution, A. R., & Tanjung, I. (2024). IoT Smart Control System: Smoke and Fire Detection Using SIM900A Module. *Journal of Electrical Technology UMY*, 7(2), 48–56. <https://doi.org/10.18196/jet.v7i2.19908>