

# Pengembangan Bahan Ajar Mikrokontroler Berbasis Arduino Sebagai Media Pembelajaran Mata Kuliah Mikrokontroler di Politeknik Pratama Mulia Surakarta

Agus Haryawan<sup>1</sup>, Salechan<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Elektronika, Politeknik Pratama Mulia Surakarta  
aharyawan@gmail.com

---

## ABSTRACT

*This research aims to design a teaching materials for increasing motivation and learning achievement of the students in Microcontroller course, Department of Electronics Engineering, Politama Surakarta. It also aims to identify effects of using Arduino Kit teaching materials in motivation and learning achievement. Data is taken from 2 groups of Assembly Language course, each has 32 students. Research instruments use questionnaire, pretest and post-test. The questionnaire uses 5-point Likert Scale. The pretest and post-test use objective test with 4 options. Data is collected and analyzed with SPSS v23. Homogeneity and normality test are used before testing hypothesizes. Hypothesizes are tested with nonparametric statistics Mann-Whitney U-Test. Research results show that the use of Arduino Kit instructional media has positive impact on both motivation and learning achievement. The average score of motivation of the treatment group (72,90) is higher than the average score of motivation of the control group (68,19). Results also show that the post-test average learning achievement of the treatment group (26,49) is higher than the average learning achievement of the control group 22,03.*

**Keywords:** *cassava, wastewater, pipe filter layer, COD, TSS*

## I. PENDAHULUAN

Proses kegiatan belajar mengajar (PBM) merupakan unsur penting dalam dunia pendidikan. PBM yang baik dapat meningkatkan level kompetensi mahasiswa seperti yang telah direncanakan dalam kurikulum pendidikan. Kurikulum yang tepat, yang diikuti dengan PBM yang baik akan dapat menghasilkan output yang sesuai dengan yang diharapkan.

Mata kuliah Mikrokontroler merupakan salah satu mata kuliah di jurusan Teknik Elektronika yang berhubungan dengan perangkat lunak dan perangkat keras. Mikrokontroler merupakan mata kuliah penting karena mendukung kompetensi di bidang pengembangan sistem terintegrasi. Dengan kemampuan rekayasa berbasis mikrokontroler,

mahasiswa dapat memiliki bekal untuk membangun sistem berbasis mikrokontroler seperti *embedded system*.

Berdasarkan observasi penulis yang sekaligus pengampu mata kuliah Mikrokontroler, penulis mendapati rendahnya pemahaman mahasiswa terhadap materi kuliah Mikrokontroler ini. Hal ini disebabkan mahasiswa belum memiliki pemahaman konsep yang komprehensif terhadap mikrokontroler. Kuliah prasyarat mikroprosesor yang diambil pada semester sebelumnya belum dapat dipahami secara utuh dalam kehidupan praktis. Keterbatasan peralatan mata kuliah praktek mikrokontroler juga menjadi kendala utama penyerapan materi praktek. Trainer mikrokontroler yang ada sudah out-of-date. Trainer mikrokontroler juga mengalami sering

mengalami kerusakan akibat kualitas perakitan yang rendah. Pemahaman perangkat keras dan pemrograman mikrokontroler terhambat oleh kuantitas dan kualitas alat praktek. Rendahnya pemahaman ini terlihat dari indikator hasil belajar yang berupa nilai ujian.

Berangkat dari permasalahan di atas, penulis yang sekaligus pengampu mata kuliah Mikrokontroler bermaksud mengembangkan modul pembelajaran berdasarkan alat praktek mikrokontroler yang sedang berkembang, yaitu Arduino. Materi kuliah praktek, baik perangkat keras maupun pemrograman mikrokontroler diharapkan dapat mudah dicerna dan dipahami. Dengan bantuan alat dan modul pembelajaran Arduino ini, mahasiswa diharapkan lebih mudah menerima materi kuliah dan motivasi belajar mahasiswa akan meningkat, sehingga berdampak positif pada hasil belajar.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Media pembelajaran

Media adalah alat yang menyampaikan pesan pengajaran. Media pembelajaran adalah seperangkat alat bantu atau pelengkap yang digunakan oleh dosen atau pendidik dalam rangka berkomunikasi dengan mahasiswa [1]. Menurut [2] media pendidikan mempunyai kegunaan-kegunaan sebagai berikut:

1. Memperjelas penyajian pesan agar tidak terlalu bersifat verbalistis
2. Mengatasi keterbatasan ruang, waktu dan daya indera
3. Mengatasi sikap pasif mahasiswa

### B. Prestasi dan Motivasi Belajar

Secara umum prestasi adalah suatu hasil dari proses pembelajaran. Belajar merupakan proses dan prestasi merupakan hasilnya. Untuk mengetahui berhasil tidaknya seseorang dalam belajar maka perlu dilakukan evaluasi, tujuan untuk mengetahui prestasi mahasiswa yang diperoleh setelah proses belajar mengajar berlangsung.

Prestasi bergantung pada beberapa faktor intern, yang meliputi kecerdasan, bakat, minat dan motivasi. Motivasi dalam belajar adalah faktor penting, karena hal tersebut merupakan keadaan yang mendorong keadaan mahasiswa untuk melakukan belajar. Persoalan mengenai motivasi dalam belajar adalah bagaimana cara mengatur agar motivasi dapat ditingkatkan. Demikian pula dalam kegiatan belajar mengajar seorang mahasiswa akan berhasil jika mempunyai motivasi untuk belajar.

### C. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sistem mikroprosesor lengkap yang terkandung di dalam sebuah chip. Mikrokontroler berbeda dari mikroprosesor serba guna yang digunakan dalam sebuah PC, karena di dalam sebuah mikrokontroler umumnya juga telah berisi komponen pendukung sistem minimal mikroprosesor, yakni memori dan antarmuka I/O, sedangkan di dalam mikroprosesor umumnya hanya berisi CPU saja.

Sistem komputer dewasa ini paling banyak justru terdapat di dalam peralatan lain, seperti telepon, jam, perangkat rumah tangga, kendaraan, dan bangunan. Sistem embedded biasanya mengandung syarat minimal sebuah sistem mikroprosesor yaitu memori untuk data dan program, serta sistem antarmuka input/output yang sederhana. Antarmuka semacam keyboard, tampilan, disket, atau printer yang umumnya ada pada sebuah komputer pribadi justru tidak ada pada sistem mikrokontroler. Sistem mikrokontroler lebih banyak melakukan pekerjaan-pekerjaan sederhana yang penting seperti mengendalikan motor, saklar, resistor variabel, atau perangkat elektronis lain. Seringkali satu-satunya bentuk antarmuka yang ada pada sebuah sistem mikrokontroler hanyalah sebuah LED, bahkan ini pun bisa dihilangkan jika tuntutan konsumsi daya listrik mengharuskan demikian.

### D. Arduino

Arduino adalah pengendali mikro single-board yang bersifat open-source, diturunkan dari Wiring platform, dirancang untuk memudahkan

penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Hardwarenya memiliki prosesor Atmel AVR dan softwrenya memiliki bahasa pemrograman sendiri.

Arduino juga merupakan platform hardware terbuka yang ditujukan kepada siapa saja yang ingin membuat purwarupa peralatan elektronik interaktif berdasarkan hardware dan software yang fleksibel dan mudah digunakan. Mikrokontroler diprogram menggunakan bahasa pemrograman arduino yang memiliki kemiripan syntax dengan bahasa pemrograman C. Karena sifatnya yang terbuka maka siapa saja dapat mengunduh skema hardware arduino dan membangunnya.

Arduino menggunakan keluarga mikrokontroler ATMega yang dirilis oleh Atmel sebagai basis, namun ada individu/perusahaan yang membuat clone arduino dengan menggunakan mikrokontroler lain dan tetap kompatibel dengan arduino pada level hardware. Untuk fleksibilitas, program dimasukkan melalui bootloader meskipun ada opsi untuk membypass bootloader dan menggunakan downloader untuk memprogram mikrokontroler secara langsung melalui port ISP.

### E. Penelitian Yang Relevan

1. Penelitian [3] terbatas pada bahasan tentang rangkaian *Analog to Digital Converter* (ADC) dan masih menggunakan mikrokontroler dengan interface port paralel. Dengan komputer atau laptop berteknologi USB seperti sekarang, tentunya pemrograman mikrokontroler menjadi repot karena harus mengoperasikan komputer yang masih menggunakan port paralel.
2. Penelitian [4] hanya menggunakan rangkaian sensor warna dan sensor gas untuk pembelajaran mikrokontroler. Modul ini hanya cocok untuk pembelajaran pada bahasan sensor warna dan gas saja, bukan pada keseluruhan pembelajaran mikrokontroler mulai dari dasar sampai tingkat lanjut.
3. Penelitian [5] menggunakan modul Arduino Uno, namun materi hanya sebatas pada sensor

warna. Modul hanya cocok untuk bahasan tentang sensor warna.

4. Penelitian [6] menghasilkan trainer yang sudah mencakup dasar-dasar rangkaian mikrokontroler, seperti LED, 7-segment, LCD, dan motor DC. Namun untuk materi yang menggunakan teknologi baru seperti bluetooth, LAN, GSM, dan GPS belum ada. trainer hanya cocok untuk mata kuliah mikrokontroler dasar.

Pada penelitian ini, kami bermaksud untuk membuat bahan ajar mikrokontroler berbasis Arduino Uno yang meliputi materi-materi mulai dari tingkat dasar seperti rangkain LED, 7-segment, motor, LCD, beberapa macam sensor hingga pada teknologi yang berkembang saat ini seperti LAN untuk jaringan. Bahan ajar akan diujicobakan pada mahasiswa Teknik Elektronika dan Teknik Komputer di Politama Surakarta.

### III. METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam pengembangan produk trainer dan modul adalah metode Research and Development (R&D), yaitu (1) tahap analisis potensi dan masalah, (2) tahap pengumpulan data, (3) tahap desain produk, (4) tahap validasi desain, (5) revisi desain, (6) tahap uji coba produk, (7) tahap analisis dan pelaporan. Sedangkan pendekatan penelitian yang digunakan dalam pengujian produk adalah penelitian eksperimen jenis static group comparation yaitu membandingkan hasil belajar kelas eksperimen (mahasiswa yang menggunakan bahan ajar dan modul baru hasil penelitian) dengan kelas kontrol (mahasiswa yang tidak menggunakan bahan ajar dan modul baru, namun menggunakan modul lama yang dipakai selama ini). Kesimpulan hasil pengujian diambil berdasarkan pengujian hipotesis dengan menggunakan uji-t. Pengujian tersebut didasarkan pada selisih rata-rata nilai hasil tes hasil belajar kelas eksperimen dan kontrol.

Penelitian ini menggunakan desain kuantitatif, karena peneliti beranggapan bahwa gejala yang diamati dapat diukur dan dinyatakan dalam bentuk angka. Terdapat dua variabel dalam penelitian ini,

satu variabel bebas (variabel independen) yaitu bahan ajar mikrokontroler berbasis Arduino serta dua variabel terikat (variabel dependen) yaitu motivasi belajar dan prestasi belajar. Ditinjau dari metodanya, maka penelitian ini termasuk jenis Eksperimen semu (Quasi Eksperimental) dengan menggunakan rancangan penelitian nonequivalent control group design, di mana sekelompok subjek diambil dari populasi tertentu dan dilakukan pretest kemudian dikenai treatment. Setelah dikenai treatment, subjek tersebut diberikan posttest untuk mengukur pengaruh perlakuan pada kelompok tersebut. Instrumen yang diberikan mengandung bobot yang sama. Perbedaan antara hasil pretest dengan posttest tersebut menunjukkan hasil dari perlakuan yang telah diberikan. Menurut [7] skema Nonequivalent Control Group Design dapat digambarkan seperti tabel berikut:

Tabel 1 Skema desain penelitian

Kelas	Pretest	Treatment	Posttest
Eksperimen	O1	X	O2
Kontrol	O3		O4

### A. Definisi Operasional Variabel

Variabel adalah gejala yang menjadi fokus peneliti untuk diamati. Variabel itu sebagai atribut dari sekelompok orang atau obyek yang mempunyai variasi antara satu dengan yang lainnya dalam kelompok itu [7]. Dalam penelitian ini terdapat dua buah variabel, yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebasnya adalah *Adobe Flash* serta variabel terikatnya adalah motivasi belajar dan prestasi belajar mahasiswa Teknik Elektronika yang mendapatkan mata kuliah Mikrokontroler.

#### 1. Variabel Bebas

Variabel bebas sering disebut sebagai variabel stimulus, *input*, prediktor, dan *antecedent*. Variabel bebas adalah variabel yang menjadi sebab timbulnya atau berubahnya variabel terikat. Dalam penelitian ini yang menjadi variabel bebas adalah *Adobe Flash*. *Adobe Flash* adalah sarana komunikasi menyalurkan informasi atau pesan dari pengirim ke penerima pesan berupa tampilan materi yang

telah disiapkan dan ditampilkan kepada *audiens*.

#### 2. Variabel Terikat

Variabel terikat sering disebut sebagai variabel respon, *output*, kriteria, dan konsekuen [7]. Variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat, karena adanya variabel bebas. Dalam penelitian ini yang menjadi variabel terikat adalah motivasi belajar dan prestasi belajar. Motivasi belajar adalah dorongan yang menggiatkan aktivitas untuk belajar. Prestasi belajar adalah hasil belajar yang berupa penguasaan pengetahuan dan keterampilan yang dapat diukur dengan test dan ditunjukkan dengan nilai *test*.

### B. Populasi dan Sampel

Dalam penelitian ini yang digunakan sebagai sampel adalah dua kelas A sebagai kelas kontrol menggunakan modul trainer yang sudah ada dan kelas B sebagai kelas eksperimen menggunakan bahan ajar yang dibuat pada penelitian ini. Penulis menggunakan populasi seluruh mahasiswa yang mengambil mata kuliah mikrokontroler di jurusan Teknik Elektronika dan Teknik Komputer dengan masing-masing sebanyak 32 mahasiswa. Pengambilan sampel untuk kelas eksperimen dan kelas kontrol menggunakan teknik acak (random sampling).

### C. Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan berupa angket atau kuesioner untuk mengukur skala sikap motivasi dan soal pretest dan post-test untuk mengukur [8] [9] [10] prestasi belajar. Teknik pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini berupa skala dan tes (pretest dan post-test).

### D. Teknik Analisis Data

Pengujian hipotesis dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Mann-Whitney U-Test dikarenakan asumsi data berdistribusi normal tidak terpenuhi. Menurut Sugiyono (2007: 153) u-test ini digunakan untuk menguji hipotesis komparatif dua sampel independen bila datanya

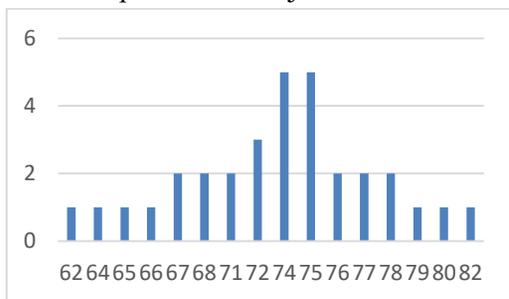
berbentuk ordinal. Bila datanya berbentuk interval maka perlu diubah dulu ke bentuk ordinal.

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

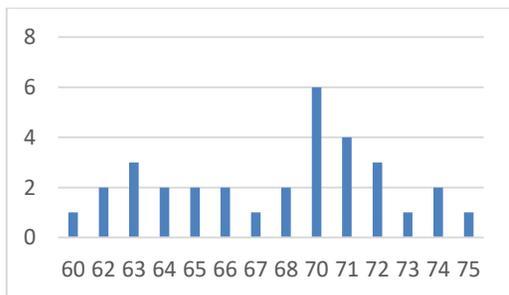
##### A. Hasil Pengambilan Data

###### 1) Motivasi Belajar

Pengukuran motivasi belajar kelas eksperimen meliputi perhatian, relevansi, kepercayaan diri dan kepuasan. Pengambilan data dilakukan setelah pemberian perlakuan berupa pemberian materi kuliah menggunakan alat praktek dan modul ajar baru terhadap motivasi belajar.

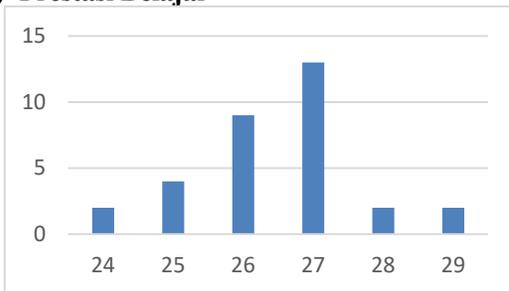


Gambar 1 Distribusi frekuensi skor motivasi belajar kelas eksperimen

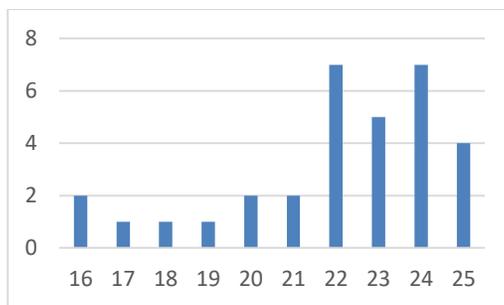


Gambar 2 Distribusi frekuensi skor motivasi belajar kelas kontrol

###### 2) Prestasi Belajar



Gambar 3 Nilai posttest kelas eksperimen



Gambar 4 Nilai posttest kelas kontrol

##### B. Uji Homogenitas

Uji homogenitas bertujuan untuk menguji apakah dua atau lebih kelompok data sampel berasal dari populasi yang memiliki variansi yang sama.

Uji homogenitas dilakukan dengan memasukkan data pretest dari kelas eksperimen dan kelas kontrol ke dalam tabel SPSS dan melakukan uji homogenitas terhadap 2 kelompok sampel/populasi tersebut. Hasilnya seperti terlihat pada

Tabel 2 Data uji homogenitas varian pretest prestasi

Test of Homogeneity of Variances			
Pretest			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
,193	1	62	,662

Karena  $p\text{-value} = 0,662 > 0,05$  maka dapat disimpulkan bahwa data diambil dari sampel yang homogen.

##### C. Uji Normalitas

###### 1) Skor Motivasi

Hasil uji normalitas skor motivasi belajar dengan SPSS adalah sebagai berikut:

Tabel 3 Data uji normalitas skor motivasi belajar dengan SPSS

	Tests of Normality					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Stat	df	Sig.	Stat	df	Sig.
Eks	,182	32	,008	,959	32	,256
Kontrol	,220	32	,000	,912	32	,013

a. Lilliefors Significance Correction

Sampel di bawah 50, digunakan uji Shapiro-Wilk. Data terdistribusi normal jika nilai signifikansi  $\geq 0,05$ . Sehingga dapat disimpulkan bahwa:

- skor motivasi kelas eksperimen berdistribusi normal
- skor motivasi kelas kontrol berdistribusi tidak normal

**2) Skor Prestasi Belajar**

Hasil uji normalitas skor posttest prestasi dengan SPSS adalah sebagai berikut:

Tabel 4 Data uji normalitas skor motivasi belajar dengan SPSS

Kelas		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Stat	df	Sig.	Stat	df	Sig.
Nilai Post Test	Eks	,203	32	,002	,919	32	,019
	Kontrol	,214	32	,001	,878	32	,002

a. Lilliefors Significance Correction

Sampel di bawah 50, digunakan uji Shapiro-Wilk. Data terdistribusi normal jika nilai signifikansi  $\geq 0,05$ . Sehingga dapat disimpulkan bahwa:

- skor posttest kelas eksperimen berdistribusi tidak normal
- skor posttest kelas kontrol berdistribusi tidak normal

**D. Pengujian Hipotesis**

Berdasarkan data hasil penelitian diatas serta uji persyaratan analisis yang telah dilakukan, maka pengujian hipotesis selanjutnya adalah menggunakan statistik nonparametris yaitu Mann-Whitney U-Test, karena syarat terdistribusi normal tidak terpenuhi. Pengujian hipotesis ini bertujuan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan motivasi dan prestasi belajar siswa akibat penggunaan bahan ajar mikrokontroler berbasis Arduino dalam pembelajaran mata kuliah Mikrokontroler antara siswa eksperimen dan kontrol.

**1. Hipotesis 1**

Hipotesis nol (Ho) dan hipotesis alternatif (Ha) berbunyi:

- Ho = penggunaan bahan ajar mikrokontroler berbasis Arduino tidak berpengaruh terhadap motivasi belajar mahasiswa pada mata kuliah Mikrokontroler di Politama Surakarta.
- Ha = penggunaan bahan ajar mikrokontroler berbasis Arduino berpengaruh terhadap motivasi belajar mahasiswa pada mata kuliah Mikrokontroler di Politama Surakarta.

Berdasarkan data pada **Error! Reference source not found.** dan **Error! Reference source not found.**, pengujian menggunakan Mann Whitney U-Test pada SPSS menghasilkan tabel sebagai berikut:

Tabel 5 Hasil uji Mann Whitney U-Test untuk skor motivasi pada SPSS

Test Statistics <sup>a</sup>	
	Skor Motivasi
Mann-Whitney U	221,000
Wilcoxon W	749,000
Z	-3,918
Asymp. Sig. (2-tailed)	,002

a. Grouping Variable: Kelas

Sig hitung pada Tabel adalah sebesar  $0,02 < 0,05$ .

Berdasarkan analisis tersebut di atas dapat diketahui bahwa Ho yang menyatakan tidak terdapat perbedaan motivasi belajar antara mahasiswa yang diterapkannya pembelajaran dengan bahan ajar mikrokontroler berbasis Arduino dan siswa yang tidak diterapkannya pembelajaran dengan bahan ajar mikrokontroler berbasis Arduino pada mata kuliah Mikrokontroler di Politama ditolak. Jadi dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan motivasi belajar antara kelas eksperimen yang diberi perlakuan pembelajaran dengan bahan ajar mikrokontroler berbasis Arduino dan kelas kontrol yang tidak diberikan perlakuan/pembelajaran dengan bahan ajar mikrokontroler berbasis Arduino.

## 2. Hipotesis 2

Hipotesis nol ( $H_0$ ) dan hipotesis alternatif ( $H_a$ ) berbunyi:

- $H_0$  = penggunaan bahan ajar mikrokontroler berbasis Arduino tidak berpengaruh terhadap prestasi belajar mahasiswa pada mata kuliah Mikrokontroler di Politama Surakarta.
- $H_a$  = penggunaan bahan ajar mikrokontroler berbasis Arduino berpengaruh terhadap prestasi belajar mahasiswa pada mata kuliah Mikrokontroler di Politama Surakarta.

Berdasarkan data pada **Error! Reference source not found.** dan **Error! Reference source not found.**, pengujian menggunakan Mann Whitney U-Test pada SPSS menghasilkan tabel sebagai berikut:

Tabel 6 Hasil uji Mann Whitney U-Test untuk nilai prestasi belajar pada SPSS

Test Statistics <sup>a</sup>	
	Nilai Post Test
Mann-Whitney U	23,000
Wilcoxon W	551,000
Z	-6,624
Asymp. Sig. (2-tailed)	,001

a. Grouping Variable: Kelas

Sig hitung pada Tabel adalah sebesar  $0,01 < 0,05$ .

Berdasarkan analisis tersebut di atas dapat diketahui bahwa  $H_0$  yang menyatakan tidak terdapat perbedaan prestasi belajar antara mahasiswa yang diterapkan pembelajaran dengan bahan ajar mikrokontroler berbasis Arduino dan siswa yang tidak diterapkan pembelajaran dengan bahan ajar mikrokontroler berbasis Arduino pada mata kuliah Mikrokontroler di Politama ditolak. Jadi dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan prestasi belajar antara kelas eksperimen yang diberi perlakuan pembelajaran dengan bahan ajar mikrokontroler berbasis Arduino dan kelas kontrol yang tidak diberikan perlakuan /pembelajaran dengan bahan ajar mikrokontroler berbasis Arduino..

## V. KESIMPULAN

Dari data hasil pengujian yang dilakukan, kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Terdapat pengaruh positif penggunaan bahan ajar mikrokontroler berbasis Arduino terhadap motivasi belajar mahasiswa untuk pembelajaran kuliah Mikrokontroler di Politama Surakarta. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata skor motivasi belajar kelas eksperimen (72,90) lebih tinggi daripada rata-rata kelas kontrol (68,19).
2. Terdapat pengaruh positif penggunaan bahan ajar berbasis Arduino terhadap prestasi belajar mahasiswa untuk pembelajaran kuliah Mikrokontroler di Politama Surakarta. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata nilai post-test kelas eksperimen (26,49) lebih tinggi daripada rata-rata nilai post-test kelas kontrol (22,03).

## REFERENSI

- A. Sadiman, *Media Pendidikan: Pengertian Pengembangan dan Pemanfaatannya*, Jakarta, 2003.
- Arsyad, *Media Pembelajaran*, Jakarta: PT Raja Grafindo Persada, 2006.
- B. K. Setyawan dan B. Poerwantono, "Pembuatan Trainer dan Modul Mikrokontroler untuk Standar Kompetensi Pengendali Elektromagnetik dan Elektronika di SMK Negeri 3 Buduran Sidoarjo," *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, vol. 2, no. 1, pp. 445 - 449, 2013.
- D. A. Kriswandono dan B. Suprianto, "Pengembangan Media Pembelajaran Trainer Sensor Warna Berbasis Arduino Uno Dalam Bentuk Aplikasi Alat Pembaca 8 Jenis Warna pada Mata Kuliah Bengkel Elektronika di Universitas Negeri Surabaya," *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, vol. 3, no. 2, pp. 163-168, 2014.

- G. Suprianto dan B. Suprianto, “*Pengembangan Media Trainer dan Modul Mikrokontroler ATmega8535 Aplikasi Sensor Warna TCS230 dan Sensor Gas MQ6 sebagai Media Pembelajaran pada Mata Diklat Mikrokontroler di SMKN 2 Bojonegoro*,” *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, vol. 4, no. 1, pp. 31-37, 2015.
- Hasrul, “*Desain Media Pembelajaran Animasi Berbasis Adobe Flash CS3 Pada Mata Kuliah Instalasi Listrik*,” *MEDTEK*, vol. 3, no. 2, 2011.
- I. G. M. Darmawiguna dan M. W. A. Kesiman, “*Media Pembelajaran Berbasis Web dan Flash Untuk Mata Kuliah Riset Operasi di Jurusan PTI Undiksha*,” *Sains dan Teknologi*, vol. 2, no. 1, 2013.
- M. I. Ridha, *Pengembangan Trainer dan Jobsheet Mikrokontroller Berbasis Arduino Uno sebagai Media Pembelajaran pada Mata Pelajaran Teknik Mikroprosesor Di SMK Negeri 3 Surabaya*, 2015.
- Sugiyono, *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R & D)*, Bandung: Alfabeta, 2011.
- T. Anjaya, “*Pengembangan Media Pembelajaran Pneumatik dan Hidrolik Berbasis Adobe Flash CS3 Program Studi D3 Teknik Otomotif UNT*,” *Jurnal Pendidikan*, 2012.