

# STM32 ARM CORTEX-M SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN MIKROKONTROLER

## STM32 ARM CORTEX-M AS A MICROCONTROLLER LEARNING MEDIA

Oleh: Hasim Ashari, Dosen Pembimbing: Dr. Ir. Drs. Masduki Zakarijah, M.T., Pendidikan Teknik Elektronika  
Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta, Email: [hasimashari678@gmail.com](mailto:hasimashari678@gmail.com)

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui rancang bangun, mengetahui unjuk kerja dan mengetahui tingkat kelayakan STM32 ARM Cortex-M sebagai media pembelajaran mikrokontroler.

Penelitian ini menggunakan metode Research and Development dengan tahapan prosedur pengembangan penelitian yang meliputi: 1) potensi dan masalah, 2) pengumpulan data, 3) desain produk, 4) validasi desain, 5) revisi desain, 6) ujicoba produk, 7) revisi produk, 8) ujicoba pemakaian, dan 9) revisi produk. Objek dalam penelitian ini adalah STM32 ARM Cortex-M sebagai media pembelajaran mikrokontroler. Sedangkan subjek penelitian ini adalah mahasiswa prodi pendidikan teknik elektronika FT UNY. Teknik pengumpulan data yang digunakan meliputi kuisisioner dan wawancara dengan teknik analisis data menggunakan teknik analisis deskriptif kualitatif.

Hasil penelitian ini adalah media pembelajaran mikrokontroler yang terdiri dari sebuah STM32 ARM Cortex-M, dua jenis input, empat jenis output dan sebuah projectboard. Hasil penilaian oleh ahli media mendapatkan skor persentase sebesar 88,04% dengan kategori sangat layak. Hasil penilaian oleh ahli materi mendapatkan skor persentase sebesar 82,5% dengan kategori sangat layak. Dan hasil ujicoba pemakaian oleh mahasiswa mendapatkan skor persentase sebesar 88,29% dengan kategori sangat layak. Berdasarkan hasil penilaian skor persentase tersebut maka dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M sangat layak untuk digunakan.

Kata kunci : media pembelajaran, mikrokontroler, stm32 arm cortex-m

### Abstract

The purposes of this research are to reveal the design, find out the performance and determine the level of feasibility the STM32 ARM Cortex-M as a microcontroller learning media.

The research method use Research and Development (R&D) with the stages of development procedures including: 1) potential and problems, 2) data collection, 3) product design, 4) design validation, 5) design revisions, 6) test products, 7 ) product revisions, 8) usage tests, and 9) product revisions. The object in this research is the STM32 ARM Cortex-M as a microcontroller learning media. The subject of this research were student in the electronics engineering education study program FT UNY. Data collection techniques use include questionnaires and interviews with data analysis techniques use descriptive qualitative analysis techniques.

The results of this research are microcontroller learning media consisting of an STM32 ARM Cortex-M, two types of inputs, four types of output and a projectboard. The results of the assessment by media engineers score a percentage of 88.04% with a very feasible category. The results of the assessment by material engineers obtained a percentage score of 82.5% with a very feasible category. And the results of usage tests by students get a percentage score of 88.29% with a very decent category. Based on the results of the percentage score assessment it can be concluded that the STM32 ARM Cortex-M microcontroller learning media is very feasible to use.

Keywords: learning media, microcontroller, stm32 arm cortex-m

## PENDAHULUAN

Dalam dunia elektronika berbagai macam mikrokontroler banyak bermunculan, mulai dari Z80 dan AT89S51 dengan bahasa pemrogramannya yang menggunakan bahasa assembler atau bahasa mesin. Hingga yang saat ini sedang populer yaitu mikrokontroler ATmega yang dapat diprogram menggunakan software Code Vision AVR (CV AVR). Kemudian terdapat mikrokontroler ATmega yang dikemas dalam bentuk board Arduino. Mikrokontroler dengan board Arduino masih sangat populer dikalangan pelajar karena kemudahan dalam pemahaman software dan hardware penunjang yang digunakan. Dalam software Arduino IDE banyak sekali template pemrograman yang disediakan serta masih banyak lagi contoh pemrograman di internet. Banyak komponen penunjang board Arduino yang dijual dengan harga terjangkau dan mudah didapat. Biasanya board Arduino digunakan untuk keperluan pemrosesan yang sederhana dan belum sampai pada tahap efisiensi daya dengan kinerja tinggi.

STM32 ARM Cortex-M merupakan mikrokontroler yang diproduksi oleh STMicroelectronics dengan 32-bit RISC ARM Cortex-M processor dan memiliki clock frekuensi mulai dari 32 MHz sampai 400 MHz. Jika dibandingkan dengan mikrokontroler ATmega maupun board Arduino yang hanya mempunyai kinerja processor 8-bit dan clock frekuensi maksimal 16MHz maka STM32 jelas mempunyai kinerja yang lebih tinggi. STM32 juga memiliki fitur yang tidak dimiliki oleh ATmega misal power yang digunakan jauh lebih hemat STM32 karena hanya membutuhkan power 2 - 3,6v sehingga tidak boros daya dan masih banyak lagi fitur yang tidak dimiliki ATmega maupun board Arduino. Dengan spesifikasi yang diperoleh dari datasheet, maka mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M dapat diaplikasikan pada sistem mikrokontroler yang lebih kompleks, kinerja tinggi serta efisiensi daya yang digunakan daripada mikrokontroler Atmega maupun board Arduino. Mikrokontroler STM32 juga dapat diakses menggunakan software Arduino IDE.

Dengan demikian mahasiswa tidak perlu belajar dari awal untuk dapat menggunakan mikrokontroler STM32. Tentu saja jika menggunakan software Arduino IDE terdapat beberapa fitur dari STM32 yang tidak dapat diakses secara maksimal karena software Arduino IDE menjalankan perintah secara berurutan. Oleh sebab itu mahasiswa dituntut untuk dapat menggunakan software IDE lain agar kinerja mikrokontroler STM32 lebih maksimal.

Berdasarkan kurikulum yang ada di prodi pendidikan teknik elektronika FT UNY tahun ajaran 2017/2018 belum terdapat materi tentang mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M. Dalam praktikum yang digunakan adalah mikrokontroler Atmega dengan board Arduino. Jika dilihat dari datasheet kedua mikrokontroler tersebut maka dapat diketahui bahwa STM32 mempunyai kinerja yang lebih baik, fitur lebih banyak serta penggunaan daya yang lebih efisien daripada mikrokontroler Atmega dengan board Arduino. Sehingga diharapkan STM32 ARM Cortex-M dapat dijadikan alternatif mikrokontroler jika Atmega tidak dapat lagi mengimbangi kinerja pemrosesan suatu sistem elektronik yang lebih tinggi.

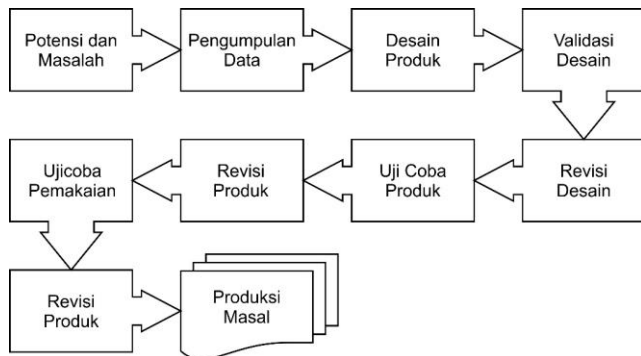
Berdasarkan uraian diatas, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul: “ STM32 ARM Cortex-M Sebagai Media Pembelajaran Mikrokontroler ”. Pengembangan media pembelajaran mikrokontroler berbasis STM32 ini diharapkan dapat menambah wawasan mahasiswa dalam dunia mikrokontroler, membantu mahasiswa dalam mempelajari mikrokontroler STM32. Serta diharapkan dapat membantu proses pembelajaran untuk meningkatkan kompetensi mahasiswa elektronika dalam memahami mikrokontroler berbasis STM32 ARM Cortex-M.

## METODE PENELITIAN

### Jenis Penelitian

Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode pengembangan Research and Development (R&D). Menurut Borg and Gall (1988) yang

dikutip oleh Sugiyono (2015: 4) menyatakan bahwa: “penelitian pengembangan merupakan metode penelitian yang digunakan untuk mengembangkan produk-produk dalam pendidikan dan pembelajaran serta memvalidasi kelayakan produk pembelajaran”. Terdapat 10 tahap yang terdapat dalam penelitian dan pengembangan penelitian menurut (Sugiyono, 2015). Adapun langkah-langkah tersebut digambarkan sebagai berikut :



Gambar 1. Langkah-langkah metode Research and Development (Sugiyono, 2015)

### Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di prodi Pendidikan Teknik Elektronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta, kampus Karangmalang, Depok Sleman, Yogyakarta. Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober 2018.

### Target/Subjek Penelitian

Data penelitian diambil menggunakan angket, dengan subjek evaluasi dalam penelitian pengembangan ini terdiri dari para ahli materi dan ahli media sebagai evaluator ahli. Sedangkan mahasiswa sebagai reviewer pengguna.

### Prosedur

Terdapat 10 tahap yang terdapat dalam penelitian dan pengembangan penelitian menurut (Sugiyono, 2015). Adapun langkah-langkah tersebut digambarkan sebagai berikut :

#### 1. Potensi Masalah

Keterbatasan pengetahuan pada jenis mikrokontroler yang berkembang saat ini menjadi pokok permasalahan. Pada saat ini kebanyakan

jenis mikrokontroler yang digunakan adalah Atmega atau Arduino, jika dilihat dari spesifikasinya dari datasheet Atmega kalah dengan mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M. Dengan dibuatnya media pembelajaran mikrokontroler ini maka diharapkan dapat membantu memahami mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M.

#### 2. Pengumpulan Data

Berdasarkan kurikulum yang ada di prodi pendidikan teknik elektronika FT UNY belum adanya pembahasan tentang mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M. Dengan demikian media pembelajarannya pun juga belum ada. Berdasarkan data tersebut maka peneliti tertarik untuk mengembangkan media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M agar dapat membantu mahasiswa dalam memahami mikrokontroler tersebut.

#### 3. Desain Produk

Desain program mikrokontroler STM32 dibuat menggunakan STM32 Cube MX dan Keil uVision 5 (MDK 5) IDE. Skema dan layout rangkaian dibuat dengan menggunakan software Proteus. Sedangkan desain produk yang berhubungan dengan grafis dibuat menggunakan software Corel Draw. Desain produk terdiri dari trainer dan modul mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M.

#### 4. Validasi Desain

Validasi desain merupakan proses kegiatan untuk menilai rancangan produk. Dalam proses ini validasi dilakukan oleh pakar atau dosen ahli dari prodi pendidikan teknik elektronika FT UNY guna menilai produk sehingga dapat digunakan sebagai media pembelajaran mikrokontroler yang tepat.

#### 5. Revisi Desain

Setelah melakukan desain produk dan divalidasi melalui cara diskusi dengan pakar dan para ahli, maka akan dapat diketahui kelemahan dan kekurangan dari desain produk. Kelemahan dan kekurangan inilah yang selanjutnya akan diperbaiki oleh peneliti sehingga akan didapatkan desain produk yang lebih baik.

#### 6. Uji Coba Produk

Uji coba tahap awal dilakukan oleh kelompok terbatas yang telah dipilih, dan uji coba selanjutnya akan langsung dilakukan oleh dosen ahli materi dan ahli media dari prodi pendidikan teknik elektronika FT UNY. Guna memperoleh tingkat kelayakan produk.

#### 7. Revisi Produk 1

Berdasarkan data yang telah diperoleh dari hasil pengujian produk yang dilakukan oleh kelompok kecil dan dosen, maka akan dapat diketahui kelemahan dan kekurangan dari produk tersebut. Kelemahan dan kekurangan inilah yang selanjutnya akan diperbaiki oleh peneliti sehingga akan didapatkan produk yang lebih baik.

#### 8. Uji coba Pemakaian

Setelah pengujian terhadap produk berhasil dan mungkin terdapat revisi produk agar menjadi lebih baik, langkah selanjutnya adalah uji coba pemakaian produk pada lingkup lembaga pendidikan. Pada langkah ini, produk di uji coba secara langsung oleh mahasiswa di prodi pendidikan teknik elektronika FT UNY.

#### 9. Revisi Produk 2

Revisi produk pada tahap ini dilakukan apabila dalam pemakaian pada lembaga pendidikan terdapat kelemahan dan kekurangan. Sehingga diharapkan hasil akhir dari produk ini bisa langsung digunakan oleh peserta didik dalam melakukan proses pembelajaran.

#### 10. Produksi Masal

Jika semua tahap diatas sudah mencapai keefektifan yang baik maka produk layak untuk digunakan dan kemudian dapat diproduksi secara masal. Pada tahap ini produk belum bisa diproduksi secara masal karena terkendala dengan biaya dan efisiensi waktu yang ada.

### Data, Instrumen, dan Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuisioner (Angket), Pengujian dan Pengamatan. Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah lembar angket yang bersifat tertutup. Angket tertutup merupakan angket yang telah dilengkapi dengan alternatif jawaban untuk responden.

### Teknik Analisis Data

Data yang diperoleh dari instrumen dibuat dengan menggunakan skala likert. Dengan menggunakan skala likert, maka variabel yang akan diukur dijabarkan sebagai titik tolak untuk menyusun item-item instrumen yang dapat berupa pertanyaan. Jawaban dari setiap item instrumen mempunyai gradasi sangat positif sampai sangat negatif. Skala likert yang digunakan adalah skala 4 yang terdiri dari Sangat Setuju (SS), Setuju (S), Tidak Setuju (TS), dan Sangat Tidak Setuju (STS). Ketentuan penghitungan skor yaitu sebagai berikut.

Tabel 1. Konversi Skor

Penilaian	Keterangan	Skor
SS	Sangat Setuju	4
S	Setuju	3
TS	Tidak Setuju	2
STS	Sangat Tidak Setuju	1

Setelah skor masing-masing item pada instrumen didapatkan, maka dihitung skor rata-ratanya. Penghitungan skor rata-rata digunakan rumus sebagai berikut.

$$\bar{X} = \frac{\Sigma X}{n}$$

Keterangan:

$\bar{X}$  = skor rata-rata

$\Sigma X$  = jumlah skor responden

n = jumlah butir instrumen

Setelah skor rata-rata didapatkan maka selanjutnya adalah mengkonversikan hasil penghitungan ke persentase. Pada langkah ini jumlah masing-masing jawaban responden dikalikan dengan skor skala likert kemudian dimasukkan ke dalam rumus berikut:

$$\text{Persentase kelayakan (\%)} = \frac{\text{skor yang didapat}}{\text{skor maksimum}} \times 100\%$$

Tabel 2. Kategori Persentase Kelayakan

Persentase kelayakan (%)	Kategori
0% – 25%	Sangat Tidak Layak
25% – 50%	Tidak Layak
50% – 75%	Layak
75% – 100%	Sangat Layak

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Realisasi pembuatan produk dibagi menjadi dua bagian yaitu proses pembuatan media pembelajaran berupa trainer dan media pembelajaran berupa isi materi atau jobsheet serta manual book. Berikut ini merupakan pemaparan proses pembuatan produk.

#### a. Realisasi pembuatan produk berupa trainer

##### 1) Blok Rangkaian Regulator Power Supply

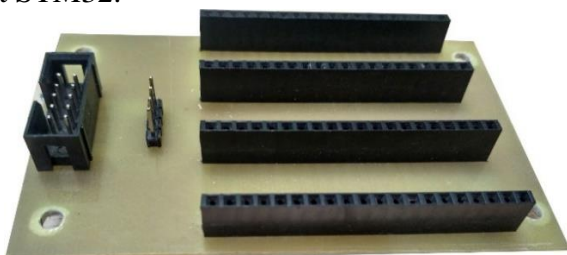
Blok rangkaian regulator digunakan untuk menurunkan tegangan agar menjadi beberapa macam tegangan yang dibutuhkan. Rangkaian regulator ini memiliki spesifikasi yaitu tegangan input 12v dengan tegangan output 12 v, 5 v dan 3 v. Setiap tegangan yang dihasilkan pada box nantinya akan diberikan kode warna sehingga memudahkan dalam penggunaan. Sedangkan total arus yang dihasilkan adalah 3 A.



Gambar 2. Hasil PCB Regulator

##### 2) Blok Rangkaian Pin out STM32

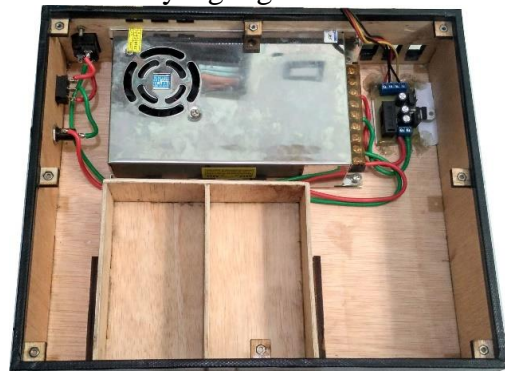
Blok rangkaian pin out mikrokontroler STM32 digunakan untuk memudahkan pengguna dalam pemasangan downloader ST-Link dengan mikrokontroler STM32 dengan menggunakan konektor tambahan. Serta memberikan informasi kepada user mengenai nama pin dan tegangan yang bisa diterima oleh pin tersebut dengan menggunakan kode warna sesuai dengan kode warna dalam blok power supply. Berikut ini merupakan layout dan realisasi dari rangkaian pin out STM32.



Gambar 3. Hasil PCB Pinout STM32

##### 3) Box dan penutup trainer

Box digunakan untuk meletakkan komponen yang disusun sedemikian rupa sehingga produk yang dihasilkan akan menjadi tersusun dengan rapi. Bahan yang digunakan dalam pembuatan box adalah multiplek atau triplek dengan tebal 5mm. Sedangkan penutup box yang digunakan untuk meletakkan komponen juga menggunakan multiplek dengan ketebalan 3mm. Terdapat juga loker untuk meletakkan kabel jumper, dowloader dan sebagainya. Box ini memiliki dimensi panjang 31 cm x lebar 26 cm tinggi 8 cm. Serta dimensi loker 15 cm x 13,5 cm x 4,5 cm. Pada penutup box dilapisi dengan desain tulisan berbahan kertas dan stiker pada bagian tepi box. Berikut ini merupakan desain dan realisasi box yang digunakan.



Gambar 4. Hasil Box Tampak Dalam

Setelah box dan semua rangkaian jadi, berikut ini merupakan realisasi pembuatan produk ke dalam box secara keseluruhan.



#### b. Realisasi pembuatan manual book dan jobsheet

##### 1) Manual book

Manual book merupakan buku panduan sebagai pedoman bagi mahasiswa dalam memahami trainer yang didalamnya terdapat pembahasan mengenai 1). Faktor keamanan yang berisi tentang cara pemakaian yang baik dan benar dengan memperhatikan faktor K3. 2). Spesifikasi alat berisi tentang kemampuan yang dimiliki oleh media trainer beserta bahan dan ukuran bentuk fisiknya. 3). Bagian-bagian trainer



berisi tentang pembahasan setiap komponen yang terdapat pada trainer beserta pembahasan software yang digunakan. Berikut ini merupakan hasil dari pembuatan Manual book.



Gambar 5. Tampilan sampul manual book

2) Jobsheet

Jobsheet merupakan lembar kerja yang akan digunakan oleh mahasiswa sebagai bahan acuan dalam memahami materi tentang penggunaan produk tersebut. Jobsheet yang dibuat disesuaikan dengan produk dan terdiri dari beberapa bagian yaitu : 1). Pengenalan mikrokontroler STM32 2). Pemrograman dasar PWM, Motor DC dan servo 3). Pemrograman dasar ADC untuk kontrol kecepatan Motor DC dan 4). Pemrograman dasar LCD 16x2 dengan komunikasi I2c. Setiap jobsheet yang ada memiliki struktur sebagai berikut : Tujuan pembelajaran, dasar teori, alat dan bahan, keselamatan kerja, langkah kerja dengan gambar dan bahan diskusi. Berikut ini merupakan hasil dari pembuatan jobsheet.



Gambar 6. Tampilan sampul Jobsheet

Setelah selesai dalam pembuatan produk, langkah selanjutnya adalah melakukan ujicoba produk. Ujicoba produk dilakukan dalam dua tahap yaitu ujicoba oleh peneliti dan ujicoba produk oleh ahli. Ujicoba tahap pertama yaitu meliputi ujicoba setiap blok rangkaian.

Sedangkan ujicoba tahap dua meliputi uji validasi media dan materi oleh dosen ahli. Berikut merupakan pemaparan setiap tahap pengujian.

c. Ujicoba Tahap Pertama

1) Pengujian Power Supply dan Regulator

Pengujian power supply dilakukan dengan pengukuran tegangan input dan output dari power supply switching. Kemudian dilanjutkan dengan pengukuran output regulator yang nantinya akan digunakan dalam praktikum. Berikut ini merupakan hasil dari pengukuran dari tegangan power supply switching dan regulator.

Tabel 3. Hasil pengukuran Power Supply

Tegangan Input	Tegangan Output
220 V AC	12 V DC

Tabel 4. Hasil pengukuran Regulator

Tegangan Input	Tegangan Output
12 V DC	12 V DC
12 V DC	5 V DC
12 V DC	3 V DC

2) Pengujian Blok Input Potensiometer

Pengujian blok input potensiometer dilakukan berdasarkan acuan jobsheet ke 3 tentang pemrograman dasar ADC untuk mengendalikan kecepatan motor DC. Pengujian dilakukan dengan cara merubah nilai ADC yang diperoleh dari potensiometer menjadi nilai PWM yang kemudian dapat mengendalikan motor DC. Berikut ini merupakan hasil pengujian kedua potensiometer yang ada pada trainer dengan hasil yang sama.

Tabel 5. Hasil Ujicoba Blok Potensiometer

Kondisi	Potensiometer	Motor DC
1	Potensiometer berada pada kondisi nilai terkecil (kearah kaki ground)	Motor DC Berhenti berputar
2	Potensiometer berada pada kondisi seimbang	Motor DC berputar
3	Potensiometer berada pada kondisi nilai terbesar (kearah kaki positif)	Motor DC berputar lebih cepat

3) Pengujian Blok Input Push button dengan Blok Output LED

Pengujian blok input push button dan output LED dilakukan dengan difungsikannya push button sebagai saklar untuk menghidupkan LED indikator. Dimana terdapat pin satu push

button terhubung ke tegangan positif dan pin dua terhubung ke LED aktif high. Berikut ini merupakan hasil pengujian kedua push button dan delapan LED yang ada pada trainer dengan hasil yang sama.

Tabel 6. Hasil Ujicoba Blok Push Button dengan LED

Kondisi	Push button	LED (Aktif High)
1	Tidak Ditekan	Mati
2	Ditekan	Nyala

#### 4) Pengujian Blok Output Driver dan Motor DC

Berdasarkan jobsheet ke-2 tentang pemrograman dasar PWM, driver motor DC hanya diaplikasikan sebagai kontrol kecepatan. Sedangkan dalam pengujian blok driver motor DC dilakukan dengan menguji pengendalian motor DC secara keseluruhan. Berikut ini merupakan hasil dari pengujian driver motor DC, dimana jika salah satu input driver dirubah menjadi nilai PWM maka kecepatan motor akan berubah sesuai nilai PWM.

Tabel 7. Hasil ujicoba Blok Driver Motor DC

Motor DC (Channel)	In 1	In 2	In 3	In 4	Gerak Motor
1	LOW	LOW	-	-	Berhenti
	LOW	HIGH	-	-	Searah jarum jam
	HIGH	LOW	-	-	Berlawanan jarum jam
2	-	-	LOW	LOW	Berhenti
	-	-	LOW	HIGH	Searah jarum jam
	-	-	HIGH	LOW	Berlawanan jarum jam

#### 5) Pengujian Blok Output LCD I2c

Pengujian blok output LCD I2c dilakukan berdasarkan acuan jobsheet ke 4 tentang pemrograman dasar ADC dengan komunikasi I2c untuk menampilkan karakter. Pengujian dilakukan dengan membuat program penampil karakter menggunakan komunikasi I2c. Pada pengujian ini LCD dapat menampilkan karakter dengan baik.

#### 6) Pengujian Blok Output Motor Servo

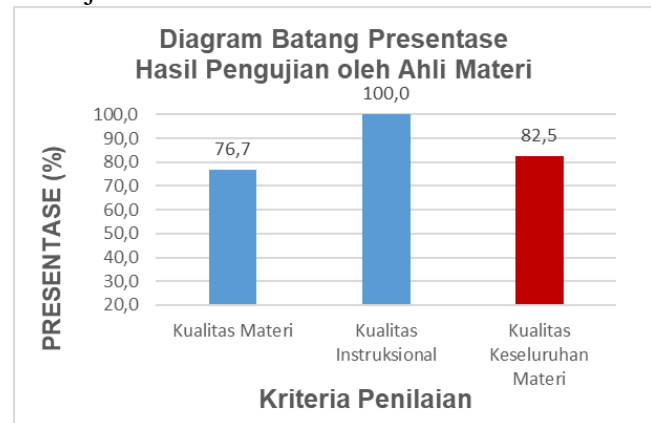
Pengujian blok output Motor Servo dilakukan berdasarkan acuan jobsheet ke 3 tentang pemrograman dasar PWM untuk merubah sudut motor servo. Pengujian dilakukan dengan

membuat program PWM 10bit. Pada pengujian ini motor servo dapat bekerja dengan baik.

### d. Ujicoba Tahap Kedua

#### 1) Hasil Uji Validasi Isi (Content Validity)

Hasil uji validasi isi berupa tanggapan para ahli materi terhadap materi pembelajaran sesuai dengan angket. Penilaian ditinjau dari dua aspek yaitu aspek kualitas materi dan kualitas instruksional. Setelah data diperoleh selanjutnya data dihitung untuk mencari nilai kelayakan media pembelajaran yang dilihat dari uji validitas isi oleh ahli materi. Berikut ini merupakan hasil dari uji validasi isi.

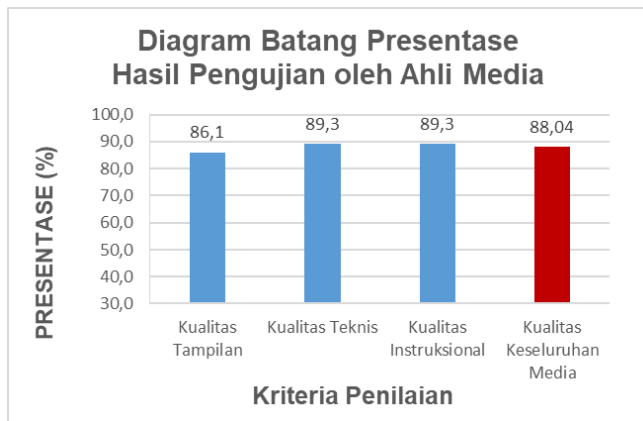


Gambar 7. Diagram batang Persentase oleh Ahli Materi

Dengan mempertimbangkan tabel konversi skor menggunakan skala empat untuk uji validitas isi. Maka dilihat dari aspek materi dapat disimpulkan bahwa STM32 ARM Cortex-M Sebagai Media Pembelajaran Mikrokontroler dikategorikan sangat layak untuk digunakan.

#### 2) Hasil Uji Validasi Konstruk (Content Validity)

Hasil uji validasi konstruk berupa tanggapan para ahli media terhadap media pembelajaran sesuai dengan angket. Penilaian ditinjau dari tiga aspek yaitu aspek kualitas tampilan, kualitas teknis dan kualitas instruksional. Setelah data diperoleh selanjutnya data dihitung untuk mencari nilai kelayakan media pembelajaran yang dilihat dari uji validitas konstruk oleh ahli media. Berikut ini merupakan hasil dari uji validasi konstruk.

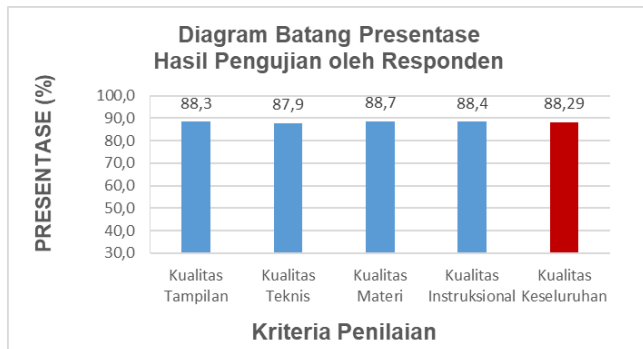


Gambar 8. Diagram batang persentase oleh Ahli Media

Dengan mempertimbangkan tabel konversi skor menggunakan skala empat untuk uji validitas konstruk. Maka dilihat dari aspek media dapat disimpulkan bahwa STM32 ARM Cortex-M Sebagai Media Pembelajaran Mikrokontroler dikategorikan sangat layak untuk digunakan.

#### e. Ujicoba Pemakaian

Ujicoba pemakaian dilakukan oleh mahasiswa semester 5 kelas B Teknik Elektronika dan mahasiswa semester 8 kelas A Pendidikan Teknik Elektronika FT UNY. Ujicoba pemakaian oleh mahasiswa terdiri dari empat aspek yaitu kualitas tampilan, kualitas teknis, kualitas materi dan kualitas instruksional. berikut ini merupakan hasil dari ujicoba pemakaian oleh responden atau mahasiswa.



Gambar 9. Diagram batang persentase oleh Responden

Dengan mempertimbangkan tabel konversi skor menggunakan skala empat untuk uji pemakaian. Maka dilihat dari aspek uji pemakaian oleh responden dapat disimpulkan bahwa STM32 ARM Cortex-M Sebagai Media Pembelajaran Mikrokontroler dikategorikan sangat layak untuk digunakan.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan data hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan tentang STM32

ARM Cortex-M Sebagai Media Pembelajaran Mikrokontroler, maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Pengembangan STM32 ARM Cortex-M sebagai Media Pembelajaran Mikrokontroler didasarkan pada model pengembangan Research and Development (R&D). Pengembangan ini terdiri dari tiga bagian utama yaitu bagian input meliputi : Push button, variabel tegangan dengan potensiometer. Bagian proses meliputi : Mikrokontroler STM32F103C8xx. Serta bagian output meliputi : driver L298 dengan motor DC, LED aktif High, modul I2c PCF4790 dengan LCD 16x2 dan Motor Servo. Dimana semua bagian tersebut menjadi media pembelajaran mikrokontroler STM32 yang dilengkapi dengan manual book dan jobsheet.
2. Unjuk kerja media pembelajaran mikrokontroler STM32 mendapat hasil sesuai harapan. Dimana seluruh bagian trainer, manual book dan jobsheet dapat berfungsi dengan baik dalam proses pengujian oleh peneliti, ahli materi, ahli media dan uji pemakaian oleh responden (Mahasiswa).
3. Tingkat kelayakan media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M dapat dilihat dari hasil penilaian oleh para ahli dan responden. Hasil penilaian uji materi oleh Ahli Materi diperoleh skor persentase sebesar 82,5% dengan kategori Sangat Layak. Hasil penilaian uji media oleh Ahli Media diperoleh skor persentase sebesar 88,04% dengan kategori Sangat Layak. Dan hasil penilaian uji pemakaian oleh Responden (Mahasiswa) diperoleh skor persentase sebesar 88,29% dengan kategori Sangat Layak.

### Saran

Saran dapat berupa masukan bagi peneliti berikutnya, dapat pula rekomendasi implikatif dari temuan penelitian

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut.

1. Pengembangan materi tentang mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M.



2. Mengembangkan penyambungan Pin dengan kabel jumper sehingga menjadi lebih mudah dan tidak mudah terlepas.
3. Menambah bagian input push button dengan saklar toggle.
4. Menambah bagian output dengan motor Stepper.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

STMicroelectronics. (2015). Datasheet STM32F103x8.

Sugiyono. (2015). *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D)*. Bandung: Alfabet