

**STM32 ARM CORTEX-M SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN
MIKROKONTROLER**

TUGAS AKHIR SKRIPSI

Diajukan kepada Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta untuk
Memenuhi Sebagian Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan



Oleh :
Hasim Ashari
NIM. 14502244005

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2018**

LEMBAR PERSETUJUAN

Tugas Akhir Skripsi dengan Judul

**STM32 ARM CORTEX-M SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN
MIKROKONTROLER DI PRODI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

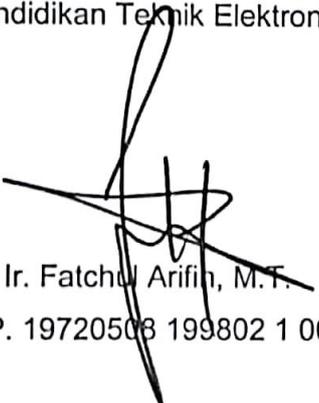
Disusun oleh:

Hasim Ashari
NIM. 14502244005

Telah memenuhi syarat dan disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk dilaksanakan Ujian Akhir Tugas Akhir Skripsi bagi yang bersangkutan.

Yogyakarta, 19 November 2018

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Pendidikan Teknik Elektronika


Dr. Ir. Fatchul Arifin, M.T.
NIP. 19720508 199802 1 002

Disetujui,
Dosen Pembimbing


Dr. Ir. Drs. Masduki Zakariyah, M.T.
NIP. 19640917 198901 1 001

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Hasim Ashari
NIM : 14502244005
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika FT UNY
Judul TAS : STM32 ARM Cortex-M Sebagai Media Pembelajaran
Mikrokontroler

Menyatakan bahwa Tugas Akhir Skripsi ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan kutipan dengan mengikuti kaidah tata penulisan karya ilmiah yang telah lazim.

Yogyakarta, 19 November 2018

Yang menyatakan,



Hasim Ashari

NIM. 14502244005

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir Skripsi

**STM32 ARM CORTEX-M SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN
MIKROKONTROLER**

Disusun Oleh :

Hasim Ashari

NIM. 14502244005

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Tugas Akhir Skripsi Program Studi
Pendidikan Teknik Elektronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

Pada tanggal 11 Desember 2018

TIM PENGUJI

Nama/Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
Dr. Ir. Drs. Masduki Zakarijah, M.T. Ketua Penguji/Pembimbing		20/12/2018
Dr. phil. Mashoedah, S.Pd., M.T. Sekertaris		20/12/2018
Suprpto, S.Pd., M.T., Ph.D. Penguji		19/12/2018

Yogyakarta, 11 Desember 2018

Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

Dekan,



Dr. Ir. Drs. Widarto, M.Pd.

NIP. 19631230 198812 1 001

MOTTO

“Allah tidak akan membebani seseorang, melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

(QS. Al-Baqarah : 286)

“Cukuplah Allah menjadi penolong kami dan Allah adalah Sebaik-baik Pelindung”

(QS. Ali Imran : 173)

“Ketakutanmu terhadap kegagalan, itulah yang membuatmu gagal”

(Habib Syech)

“Janganlah engkau menangi kesempatan yang sudah berlalu karena itu akan menutup mata kita dari kesempatan yang baru”

(Habib Syech)

“Jika kamu hanya melakukan apa yang biasa kamu lakukan, kamu tidak akan pernah jadi lebih baik lagi”

(Penulis)

PERSEMBAHAN

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, berkat rahmad dan hidayah-Nya Alhamdulillah Tugas Akhir Skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Dan akhirnya karya Tugas Akhir Skripsi ini saya persembahkan kepada :

1. Bapak dan Ibu saya yang selalu mendidik serta memberikan motivasi, dukungan dan Do'a.
2. Keluarga besar saya yang juga senantiasa mendidik serta memberikan motivasi, dukungan dan Do'a.
3. Para guru, kyai dan dosen saya yang dari kecil sampai sekarang telah memberikan ilmu bermanfaat baik di dunia dan akhirat.
4. Teman-teman seperjuangan Kelas A Pendidikan Teknik Elektronika Angkatan 2014 FT UNY.
5. Teman-teman seperjuangan serta organisasi Himanika FT UNY dan Robotika UNY.
6. Semua yang terlibat dalam pembuatan tugas akhir skripsi ini yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.

STM32 ARM CORTEX-M SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN MIKROKONTROLER

Oleh:

Hasim Ashari

NIM. 14502244005

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 kuisioner 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

STM32 ARM CORTEX-M AS A MICROCONTROLLER LEARNING MEDIA

By:

Hasim Ashari

NIM. 14502244005

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

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas berkat rahmat dan karunia-Nya, Tugas Akhir Skripsi dalam rangka untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk mendapat gelar Sarjana Pendidikan dengan judul “ STM32 ARM Cortex-M Sebagai Media Pembelajaran Mikrokontroler ” dapat disusun sesuai dengan harapan. Tugas Akhir Skripsi ini dapat diselesaikan tidak lepas dari bantuan dan kerjasama dengan pihak lain. Berkenaan dengan hal tersebut, penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada yang terhormat :

1. Dr. Ir. Drs. Masduki Zakarijah, M.T. selaku Dosen Pembimbing TAS yang telah banyak memberikan semangat, dorongan, dan bimbingan selama penyusunan Tugas Akhir Skripsi ini.
2. Dr. phil. Mashoedah, S.Pd., M.T. dan Suprpto, S.Pd., M.T., Ph.D. selaku Validator instrumen penelitian TAS yang memberikan saran/masukan perbaikan sehingga penelitian TAS dapat terlaksana sesuai dengan tujuan.
3. Dr. Ir. Drs. Masduki Zakarijah, M.T., Dr. phil. Mashoedah, S.Pd., M.T. dan Suprpto, S.Pd., M.T., Ph.D. selaku Ketua penguji, Sekertaris, dan Penguji yang memberikan koreksi perbaikan secara komprehensif terhadap TAS ini.
4. Dr. Ir. Fatchul Arifin, M.T. selaku Ketua Jurusan dan Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika beserta Dosen dan Staf yang telah memberikan bantuan dan fasilitas selama proses penyusunan pra proposal sampai dengan selesainya TAS ini.
5. Dr. Ir. Drs. Widarto, M.Pd. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta yang memberikan persetujuan pelaksanaan Tugas Akhir Skripsi.

6. Semua pihak secara langsung maupun tidak langsung, yang tidak dapat disebutkan disini atas bantuan dan perhatiannya selama penyusunan Tugas Akhir Skripsi ini.

Akhirnya, semoga segala bantuan yang telah diberikan semua pihak di atas menjadi amalan yang bermanfaat dan mendapatkan balasan dari Allah SWT dan Tugas Akhir Skripsi ini menjadi informasi bermanfaat bagi pembaca atau pihak lain yang membutuhkannya.

Yogyakarta, 19 November 2018

Penulis

Hasim Ashari

NIM. 14502244005

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
MOTTO	iv
PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Batasan Masalah.....	3
D. Rumusan Masalah.....	3
E. Tujuan Penelitian.....	4
F. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan	4
G. Manfaat Penelitian.....	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA	7
A. Kajian Teori	7
1. Pembelajaran	7
2. Media Pembelajaran.....	8
3. Mikrokontroler.....	11
4. Mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M	12
5. STM32 CubeMX.....	20

6.	Keil uVision 5 (MDK 5).....	22
7.	ST-Link v2	23
8.	LCD 16x2	23
9.	Motor Servo.....	24
10.	Motor DC	25
11.	Driver Motor L298	26
12.	Potensiometer.....	27
B.	Penelitian yang Relevan	27
C.	Kerangka Berpikir	31
D.	Pertanyaan Penelitian.....	33
BAB III METODE PENELITIAN.....		34
A.	Model Pengembangan.....	34
B.	Prosedur Pengembangan	34
1.	Potensi Masalah	35
2.	Pengumpulan Data.....	35
3.	Desain Produk	35
4.	Validasi Desain.....	36
5.	Revisi Desain	36
6.	Uji Coba Produk	36
7.	Revisi Produk 1	36
8.	Uji coba Pemakaian.....	37
9.	Revisi Produk 2	37
10.	Produksi Masal	37
C.	Sumber Data Penelitian.....	38
1.	Objek Penelitian	38
2.	Subjek Penelitian.....	38
3.	Tempat dan Waktu Penelitian.....	38
D.	Metode dan Alat Pengumpulan Data	39

1.	Teknik Pengumpulan Data.....	39
2.	Instrumen Penelitian.....	39
3.	Pengujian Instrumen.....	42
E.	Teknik Analisis Data	44
BAB IV	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	46
A.	Hasil Penelitian.....	46
1.	Potensi Masalah.....	46
2.	Pengumpulan Data.....	46
3.	Desain Produk.....	47
4.	Validasi Desain.....	48
5.	Revisi Desain	48
6.	Pembuatan Produk.....	49
7.	Ujicoba Produk	56
8.	Revisi Produk	63
9.	Ujicoba Pemakaian.....	64
10.	Revisi Produk.....	68
11.	Produksi Masal	68
B.	Kajian Produk	69
C.	Pembahasan Hasil Penelitian	69
BAB V	SIMPULAN DAN SARAN	73
A.	Kesimpulan.....	73
B.	Pengembangan Produk Lebih Lanjut.....	74
C.	Saran.....	74
	DAFTAR PUSTAKA.....	75
	LAMPIRAN	78

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Fitur STM32F103xx	16
Tabel 2. Karakteristik High-speed external clock (HSE)	18
Tabel 3. Kisi-kisi Instrumen untuk Ahli Materi.....	40
Tabel 4. Kisi-kisi Instrumen untuk Ahli Media	41
Tabel 5. Kisi-kisi Instrumen untuk Responden	41
Tabel 6. Interpretasikan tingkat keadaan koefisien	44
Tabel 7. kriteria skor penilaian	44
Tabel 8. Kategori kelayakan berdasarkan rating scale	45
Tabel 9. Hasil pengukuran Power Supply	57
Tabel 10. Hasil pengukuran Regulator	57
Tabel 11. Hasil ujicoba Blok Potensiometer	57
Tabel 12. Hasil ujicoba Blok Push button dengan LED	58
Tabel 13. Hasil ujicoba Blok Driver Motor DC	58
Tabel 14. Data hasil penilaian oleh Ahli Materi	60
Tabel 15. Persentase hasil oleh Ahli Materi	61
Tabel 16. Data hasil penilaian oleh Ahli Media.....	62
Tabel 17. Persentase hasil oleh Ahli Media	62
Tabel 18. Data hasil uji validitas instrumen butir 1	65
Tabel 19. Hasil validitas butir instrumen.....	66
Tabel 20. Data rerata skor oleh Responden.....	67
Tabel 21. Persentase hasil oleh Responden.....	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Seri STM32 ARM Cortex-M tipe High-Performance	13
Gambar 2. Seri STM32 ARM Cortex-M tipe Mainstream.....	13
Gambar 3. Seri STM32 ARM Cortex-M tipe Ultra-low-Power	14
Gambar 4. Seri STM32 ARM Cortex-M tipe Wireless	14
Gambar 5. Board STM32F103C8T6 (BluePill)	15
Gambar 6. Blok Diagram STM32F103xx	17
Gambar 7. Rangkaian High-speed external clock (HSE).....	18
Gambar 8. Rangkaian Low-speed external clock (LSE).....	19
Gambar 9. Pinout diagram board Bluepill	19
Gambar 10. Tampilan STM32CubeMX	20
Gambar 11. Tampilan Keil uVision 5.....	22
Gambar 12. ST-Link v2.....	23
Gambar 13. Modul LCD 16x2 dan modul I2C PCF8574.....	24
Gambar 14. Sinyal kendali motor servo	24
Gambar 15. Motor Servo	25
Gambar 16. Motor DC	26
Gambar 17. Driver Motor DC L298N.....	26
Gambar 18. Potensiometer	27
Gambar 19. Kerangka Pikir Penelitian	32
Gambar 20. Langkah-langkah metode Research and Development	34
Gambar 21. Desain Produk Awal.....	48
Gambar 22. Hasil Revisi Desain	49
Gambar 23. Skematik Regulator.....	50
Gambar 24. Layout Regulator.....	50
Gambar 25. Hasil PCB Regulator	50
Gambar 26. Skematik Pinout STM32.....	51
Gambar 27. Layout Pinout STM32.....	51
Gambar 28. Hasil PCB Pinout STM32	52
Gambar 29. Desain Box Trainer	52
Gambar 30. Desain penutup Box Trainer.....	53
Gambar 31. Hasil Box tampak dalam.....	53
Gambar 32. Tampilan Produk secara keseluruhan	54
Gambar 33. Tampilan sampul manual book.....	55
Gambar 34. Tampilan sampul jobsheet	56
Gambar 35. Diagram batang persentase oleh Ahli Materi.....	61
Gambar 36. Diagram batang persentase oleh Ahli Media	63
Gambar 37. Hasil akhir Produk setelah direvisi.....	64
Gambar 38. Diagram batang persentase oleh Responden	68
Gambar 39. Hasil akhir Produk	69

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik UNY	79
Lampiran 2. Surat Izin Penelitian dari Fakultas Teknik UNY	81
Lampiran 3. Surat Permohonan Ahli Materi	82
Lampiran 4. Lembar Evaluasi Ahli Materi.....	83
Lampiran 5. Surat Pernyataan Validasi Ahli Materi	87
Lampiran 6. Surat Permohonan Ahli Media.....	88
Lampiran 7. Lembar Evaluasi Ahli Media	89
Lampiran 8. Surat Pernyataan Validasi Ahli Media	93
Lampiran 9. Lembar Evaluasi Responden (Mahasiswa) 1	94
Lampiran 10. Lembar Evaluasi Responden (Mahasiswa) 2	98
Lampiran 11. Hasil Uji Validitas Butir Instrumen.....	102
Lampiran 12. Hasil Uji Reliabilitas Instrumen	103
Lampiran 13. Hasil Uji Pemakaian Oleh Responden (Mahasiswa).....	104
Lampiran 14. Dokumentasi Penelitian.....	105

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

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.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, dapat diidentifikasi masalah sebagai berikut:

1. Mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M memiliki spesifikasi yang lebih baik daripada mikrokontroler Atmega maupun board Arduino.
2. Belum adanya media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M dalam bentuk trainer maupun modul di Prodi Pendidikan Teknik Elektronika FT UNY.
3. Kurikulum tentang mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M di Prodi Pendidikan Teknik Elektronika FT UNY sampai tahun ajaran 2017/2018 belum ada.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah dan identifikasi masalah yang telah diuraikan, maka fokus permasalahan dibatasi pada pengembangan *trainer* mikrokontroler dan modul pendukung STM32 ARM Cortex-M sebagai media pembelajaran mikrokontroler.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, identifikasi dan batasan masalah di atas, maka dapat dirumuskan suatu permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana rancang bangun *trainer* STM32 ARM Cortex-M sebagai media pembelajaran mikrokontroler?
2. Bagaimana unjuk kerja *trainer* STM32 ARM Cortex-M sebagai media pembelajaran mikrokontroler?

3. Bagaimana tingkat kelayakan *trainer* STM32 ARM Cortex-M sebagai media pembelajaran mikrokontroler?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini mengacu pada masalah yang telah disebutkan di atas yaitu untuk:

1. Mengetahui rancang bangun *trainer* STM32 ARM Cortex-M sebagai media pembelajaran mikrokontroler.
2. Mengetahui unjuk kerja *trainer* STM32 ARM Cortex-M sebagai media pembelajaran mikrokontroler.
3. Mengetahui tingkat kelayakan *trainer* STM32 ARM Cortex-M sebagai media pembelajaran mikrokontroler.

F. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan

Spesifikasi media pembelajaran yang dikembangkan antara lain:

1. Input

Input pada media pembelajaran ini digunakan untuk mengaplikasikan fitur dasar yang ada pada STM32 seperti *input* digital dan *input* analog (ADC). *Input* yang digunakan antara lain Potensiometer dan *Push button*.

2. Output

Output pada media pembelajaran ini digunakan untuk mengaplikasikan fitur dasar yang ada pada STM32 seperti *output* digital, *output* analog (PWM) dan LCD untuk *display*. *Output* yang digunakan antara lain LED, Motor DC, Motor Servo, LCD 16x2.

3. Proses

Proses pada media pembelajaran ini berupa pengaplikasian pemrosesan mikrokontroler STM32 yang terdiri dari pembacaan *input*, pengendali *output* dan bagaimana set instruksi tersebut dijalankan. *Hardware* yang digunakan untuk pemrosesan adalah STM32F103C8T6.

4. Spesifikasi Alat

Power supply	: 220 VAC/ 50Hz
Konsumsi daya	: -
<i>Output</i> Supply	: 220 VAC
Konektor	: Kabel <i>jumper</i>
Mikrokontroler	: STM32F103C8T6

Input :

Variabel tegangan yang divisualisasikan dengan Potensiometer dan *Push button*

Output :

Aktuator : Motor Servo, Motor DC 12Volt

Indikator : LED 5mm

Display : LCD 16x2

Dimensi : 30 x 20 cm

Bahan : Multiplek

Berat : +- 1KG

G. Manfaat Penelitian

Dengan dilakukannya penelitian ini, hasil penelitian diharapkan dapat memberi manfaat, diantaranya:

1. Secara Teoritis

- a. Membantu dalam proses pembelajaran praktik mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M.
- b. Membantu dalam mengembangkan media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M.
- c. Membantu dalam menjelaskan mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M.

2. Secara Praktis

- a. Memberikan wawasan pada mahasiswa tentang mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M.
- b. Memberikan gambaran kepada mahasiswa dalam pelaksanaan Praktik mikrokontroler dengan STM32 ARM Cortex-M.
- c. Membantu mahasiswa dalam memahami dan memperdalam mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Pembelajaran

Menurut UU No. 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional (DEPDIKNAS, 2003), "Pembelajaran diartikan sebagai proses interaksi peserta didik dengan pendidik dan sumber belajar pada suatu lingkungan belajar". Istilah pembelajaran berhubungan erat dengan pengertian belajar dan mengajar. Belajar dapat terjadi tanpa pengajar atau tanpa kegiatan mengajar dan pembelajaran formal. Sedangkan mengajar meliputi segala hal yang pengajar lakukan di dalam kelas. Apa yang dilakukan pendidik agar proses belajar mengajar berjalan lancar, bermoral dan membuat peserta didik merasa nyaman merupakan bagian dari aktivitas mengajar, juga secara khusus mencoba dan berusaha untuk mengimplementasikan kurikulum dalam kelas.

Pembelajaran yang berkualitas adalah terlibatnya peserta didik secara aktif di dalam proses pembelajaran. Yang dimaksud dengan terlibatnya peserta didik yaitu: mendengarkan, komitmen terhadap tugas, berpartisipasi dalam pembelajaran, saling menghargai pendapat, tanggungjawab, dan merespon pertanyaan yang timbul dari pendidik atau peserta didik. Pembelajaran adalah suatu sistem yang bertujuan untuk membantu proses belajar peserta didik, yang berisi serangkaian peristiwa yang dirancang, disusun sedemikian rupa untuk mempengaruhi dan mendukung terjadinya proses belajar siswa yang bersifat internal.

2. Media Pembelajaran

a. Pengertian Media Pembelajaran

Menurut Putro dan Suprpto (2009: 7) media pembelajaran adalah alat yang berfungsi untuk menyampaikan pesan pembelajaran. Sedangkan menurut Gagne' & Briggs (1975) dalam Arsyad (2003: 4), media pembelajaran merupakan alat yang secara fisik digunakan untuk menyampaikan materi pengajaran baik berupa buku, tape recorder, kaset, video, gambar dan komputer. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dalam proses pembelajaran terdapat media pembelajaran sebagai salah satu komponen pembelajaran yang berfungsi sebagai perantara untuk menyampaikan materi dari pendidik kepada peserta didik.

b. Kegunaan Media Pembelajaran

Media pembelajaran memiliki peranan penting dalam proses belajar mengajar. Menurut Sadiman, dkk (2011) kegunaan media pembelajaran dalam proses belajar mengajar adalah sebagai berikut:

- 1) Memperjelas penyajian materi/pesan agar tidak terlalu verbalistis (tidak hanya katta/tulisan).
- 2) Mengatasi keterbatasan ruang, waktu dan daya indera.
- 3) Mengatasi sikap pasif dari anak didik apabila penggunaan media belajar dapat dimanfaatkan secara tepat dan bervariasi.
- 4) Mengatasi perbedaan kemampuan yang dimiliki peserta didik.

Dari keterangan diatas dapat disimpulkan bahwa kegunaan media pembelajaran dapat digunakan untuk mempermudah penyampaian materi pembelajaran kepada siswa.

c. Jenis-jenis Media Pembelajaran

Berdasarkan jenisnya media dibagi menjadi media cetak, elektronik, dan multimedia. Penggunaan model media pendidikan yang memerlukan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) untuk saat ini menjadi sesuatu yang penting untuk diberikan. Perangkat keras berfungsi untuk memfasilitasi penyampaian materi seperti OHP, proyektor, LCD, televisi, tape recorder, radio, dsb. Sedangkan *software* berisi program-program yang akan ditayangkan seperti transparansi, slide, kaset CD, disket dsb (Mustholiq, Sukir, & N, 2007).

d. Pengembangan Media Pembelajaran

Pengembangan media pembelajaran dalam penelitian ini terdapat dalam bentuk media objek (*trainer*) dan media cetak (*jobsheet*). Berikut ini merupakan uraian pengembangannya.

1) Media Objek (*Trainer*)

Pengembangan media objek/*trainer* bertujuan untuk membantu dalam proses pembelajaran. Media objek/*trainer* dapat memberikan gambaran suatu alat secara nyata dalam materi pembelajaran. Menurut Anderson (1987: 183) objek yang sesungguhnya atau benda yang mirip dengan benda nyatanya akan memberikan rangsangan bagi siswa dalam mempelajari tugas yang menyangkut keterampilan psikomotor. Menurut Anderson (1987: 184-185) ada tiga teknik latihan yang paling umum menggunakan media objek yaitu:

a) Latihan Kerja

Dalam latihan ini peserta didik dapat bekerja dengan objek kerja secara nyata dalam lingkungan kerja.

b) Latihan Simulasi

Dalam latihan ini peserta didik bekerja dengan model tiruan dari alat yang sebenarnya dalam lingkungan yang meniru situasi sebenarnya.

c) Latihan Menggunakan Alat

Dalam latihan ini peserta didik bekerja menggunakan alat yang sebenarnya, tapi tidak dalam lingkungan yang sebenarnya.

2) Media Cetak (*Jobsheet*)

Lembar kerja untuk siswa atau (*jobsheet*) adalah lembaran-lembaran yang berisi tugas atau instruksi yang harus dikerjakan oleh peserta didik. Dalam menyiapkan *jobsheet* ada beberapa langkah yang harus dilakukan yaitu: (1) Analisa kurikulum (2) Menyusun peta kebutuhan *jobsheet*, (3) menentukan judul *jobsheet*. *Jobsheet* dibuat dengan tujuan agar peserta didik dapat lebih mudah untuk memahami apa yang di instruksikan saat praktikum dan tugas apa yang diberikan oleh pendidik ke peserta didik terkait dengan praktikum yang dilakukan. *Jobsheet* yang diberikan pada peserta didik biasanya berbentuk lembaran-lembaran kertas bertujuan untuk memudahkan peserta didik untuk membacanya dengan jelas tanpa harus menggunakan *device* untuk membacanya. Menurut Widarto (2013: 2-10) penulisan *jobsheet* dapat dilakukan dengan langkah-langkah: (1) Menentukan alat Penilaian. (2) Penyusunan Materi. (3) Struktur *jobsheet*. Sedangkan struktur *jobsheet* mencakup: (a) Judul, (b) Petunjuk siswa (keselamatan kerja), (c) Kompetensi yang akan dicapai, (d) Ringkasan materi (informasi pendukung), (e) Tugas-tugas dan langkah-langkah kerja, dan (f) Penilaian.

3. Mikrokontroler

Menurut Wardana Lingga (2006) dalam (Pramono & Sigit, 2011) Mikrokontroler adalah suatu komponen semikonduktor yang didalamnya terdapat suatu sistem mikroprosesor seperti ALU, ROM, RAM dan port I/O. Mikrokontroler dibedakan menjadi dua jenis/tipe yaitu : (1) Tipe CISC atau *Complex Instruction Set Computing*, yaitu tipe yang mempunyai banyak instruksi namun dengan fasilitas internal secukupnya saja. (2) Tipe RISC atau *Reduced Instruction Set Computing* yaitu tipe yang mempunyai banyak fasilitas internal dengan jumlah instruksi lebih sedikit.

Dengan menggunakan mikrokontroler dalam sistem elektronika, menjadikan sistem tersebut dapat diprogram ulang (*programmable*) *software*-nya. Sehingga dalam pengembangannya menjadi lebih mudah dan tidak perlu desain ulang secara keseluruhan terutama *hardware* (Yuwono, Tejo, Kadarisman, & Suprpto, 2011). Dari beberapa pengertian diatas dapat disimpulkan bahwa mikrokontroler merupakan suatu sistem mikroprosesor yang didalamnya terdapat ALU, ROM, RAM dan port I/O yang dapat digunakan sebagai kontroler suatu sistem elektronika sehingga dalam pengembangannya menjadi lebih mudah. Mikrokontroler dapat diaplikasikan pada suatu sistem yang sederhana hingga pada sistem yang kompleks. Mikrokontroler dapat diaplikasikan pada pompa air otomatis, lampu otomatis, robot, IoT elektronika medis dsb. Pada lingkup pendidikan mikrokontroler dapat diaplikasikan dalam materi pendidikan hingga ajang program kreatifitas mahasiswa (PKM), perlombaan robotika dan lain sebagainya.

4. Mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M

a. Pengertian Mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M

STM32 ARM Cortex-M merupakan mikrokontroler yang diproduksi oleh STMicroelectronics dengan arsitektur processor 32-bit RISC (Reduced instruction Set Computer). Mikrokontroler STM32 dikembangkan oleh Advanced RISC Machine (ARM) yang dulunya dikenal dengan Acorn RISC Machine. Terdapat beberapa seri processor ARM Cortex dari yang memiliki fungsi sederhana hingga yang saat ini banyak digunakan pada *smartphones* mulai dari seri terkecil ARM Cortex-M, ARM Cortex-R hingga ARM Cortex-A. Ada juga seri ARM Secure Core dan ARM Machine Learning (ARM, 2018). Arsitektur RISC terdiri dari file register besar yang sama, memuat dan menyimpan arsitektur, mode pengalamatan sederhana dan bidang instruksi panjang yang sama. Karena karakteristik tersebut ARM mempunyai kinerja tinggi, kode yang simpel, konsumsi daya rendah dan ukuran yang kecil. ARM dapat menjalankan set instruksi yang disebut *Thumb* yang terdiri dari instruksi 32-bit ke 16-bit. Oleh karena itu instruksi 16-bit dan 32-bit dapat digabungkan tanpa mempengaruhi kinerja *processor* (Vijay & Bansode, 2015).

Keluarga STM32 merupakan sebuah mikrokontroler berbasis arsitektur ARM Cortex-M yang dapat digunakan untuk membuat berbagai macam *embedded systems* dengan konsumsi daya rendah hingga sistem *real-time* yang rumit seperti *auto pilot* helikopter (Brown & Geoffrey, 2016). Dari beberapa keterangan diatas dapat disimpulkan bahwa STM32 merupakan sebuah mikrokontroler dengan arsitektur *processor* 32-bit RISC yang dikembangkan oleh Advanced RISC Machine (ARM) dengan seri Cortex-M, yang dapat digunakan untuk membuat berbagai macam *embedded systems* serta mempunyai kinerja tinggi, kode yang simpel, konsumsi daya rendah dan ukuran yang kecil.

b. Seri Mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M

Mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M dibagi dalam beberapa bagian yang memiliki kelebihan dan kekurangan sesuai kebutuhan dari masing-masing seri.

Berikut ini merupakan seri dari mikronontroler STM32 ARM Cortex-M :

STM32H7 series – High performance with DSP, Double-precision FPU, JPEG Codec and Chrom-ART Accelerator™										
400 MHz Cortex-M7 L1-Cache	Up to 2-Mbyte dual-bank Flash	Up to 1-Mbyte SRAM	2x USB 2.0 OTG FS/HS	2x 16-bit advanced MC timer HR timer	DFSDM HDMI-CEC Ethernet S/PDIF	Quad-SPI FMC MDIO Camera IF SDIO	Crypto-hash TRNG	4x SAI 3x I ² S 2x FDCAN LCD-TFT	3x 16-bit ADC Op-amps comp.	
STM32F7 series – High performance with DSP, FPU, ART Accelerator™ and Chrom-ART Accelerator™										
216 MHz Cortex-M7 L1-Cache	Up to 2-Mbyte dual-bank Flash	Up to 512-Kbyte SRAM	2x USB 2.0 OTG FS/HS	2x 16-bit advanced MC timer	DFSDM HDMI-CEC Ethernet S/PDIF	Quad-SPI FMC MDIO Camera IF SDIO	Crypto-hash TRNG	2x SAI 2x I ² S LCD-TFT Up to 3x CAN	MIPI-DSI	
STM32F4 series – High performance with DSP, FPU, ART Accelerator™ and Chrom-ART Accelerator™										
Up to 180 MHz Cortex-M4	Up to 2-Mbyte dual-bank Flash	Up to 384-Kbyte SRAM	2x USB 2.0 OTG FS/HS	2x 16-bit advanced MC timer	DFSDM HDMI-CEC Ethernet S/PDIF	Quad-SPI FMC MDIO Camera IF SDIO	Crypto-hash TRNG	2x SAI 5x I ² S LCD-TFT Up to 2x CAN	MIPI-DSI	
STM32F2 series – High performance with ART Accelerator™										
120 MHz Cortex-M3 CPU	Up to 1-Mbyte Flash	Up to 128-Kbyte SRAM	2x USB 2.0 OTG FS/HS	2x 16-bit advanced MC timer	Ethernet	FSMC Camera IF SDIO	Crypto-hash TRNG	2x I ² S Up to 2x CAN		

Gambar 1. Seri STM32 ARM Cortex-M tipe High-Performance (STMicroelectronics. (2018), ST life.augmented, <http://www.st.com>)

Gambar diatas merupakan tipe High-performance dari seri STM32F2 Cortex-M3 120 MHz, STM32F4 Cortex-M4 180 MHz, STM32F7 Cortex-M7 216 MHz L1-Chace dan STM32F7 Cortex-M7 400 MHz L1-Chace.

STM32F3 series – Mixed-signal with DSP and FPU										
72 MHz Cortex-M4	Up to 512-Kbyte Flash	Up to 80-Kbyte SRAM CCM-RAM	USB 2.0 FS	3x 16-bit advanced MC timer	3x DAC 7x comp. 4x PGA	FSMC CAN	HR-Timer	ADC 3x 16-bit ΣΔ 4x 12-bit (5 MSPS)		
STM32F1 series – Mainstream										
Up to 72 MHz Cortex-M3 CPU	Up to 1-Mbyte Flash	Up to 96-Kbyte SRAM	USB 2.0 OTG FS	2x 16-bit advanced MC timer	HDMI-CEC Ethernet	FSMC SDIO	2x I ² S 2x CAN			
STM32F0 series – Entry-level										
48 MHz Cortex-M0 CPU	Up to 256-Kbyte Flash	Up to 32-Kbyte SRAM 20-byte backup data	USB 2.0 FS device Crystal less	Comp. HDMI-CEC	CAN DAC					

Gambar 2. Seri STM32 ARM Cortex-M tipe Mainstream (STMicroelectronics. (2018), ST life.augmented, <http://www.st.com>)

Gambar diatas merupakan tipe Mainstream dari seri STM32F0 Cortex-M0 48 MHz, STM32F1 Cortex-M3 72 MHz dan STM32F3 Cortex-M4 72 MHz.

STM32L4+ series – Ultra-Low-Power and more Performance with DSP, FPU, ART Accelerator™ and Chrom-ART Accelerator™										
120 MHz Cortex-M4 CPU	Up to 2-Mbyte dual-bank Flash	Up to 640-Kbyte SRAM	USB 2.0 OTG Crystal less	2x 16-bit advanced MC timer	DFSDM Op-amps comp.	2x Octo-SPI FSMC SDIO 2x SAI	SHA-256 AES-256 TRNG CAN	MIPI-DSI LCD-TFT Chrom-GRC™		
STM32L4 series – Ultra-Low-Power and Performance with DSP, FPU, ART Accelerator™ and Chrom-ART Accelerator™										
80 MHz Cortex-M4 CPU	Up to 1-Mbyte dual-bank Flash	Up to 320-Kbyte SRAM	USB 2.0 OTG FS	2x 16-bit advanced MC timer	DFSDM Op-amps comp.	Quad-SPI FSMC SDIO 2x SAI	SHA-256 AES-256 TRNG 2x CAN	Up to LCD 8x40		
STM32L1 series – Ultra-Low-Power										
32 MHz Cortex-M3 CPU	Up to 512-Kbyte Flash	Up to 80-Kbyte SRAM	Up to 16-Kbyte EEPROM	USB 2.0 FS Device	Op-amps comp.	FSMC SDIO	AES-128	Up to LCD 8x40		
STM32L0 series – Ultra-Low-Power										
32 MHz Cortex-M0+ CPU	Up to 192-Kbyte SRAM	Up to 20-Kbyte SRAM	Up to 6-Kbyte EEPROM	USB 2.0 FS device Crystal less	DAC comp.	LP ADC 12-/16-bit	TRNG AES-128	LCD 8x48 / 4x52		

Gambar 3. Seri STM32 ARM Cortex-M tipe Ultra-low-Power (STMicroelectronics. (2018), ST life.augmented, <http://www.st.com>)

Gambar diatas merupakan tipe High-performance dari seri STM32L0 Cortex-M0+ 32 MHz, STM32L1 Cortex-M3 32 MHz, STM32L4 Cortex-M4 80 MHz dan STM32FL4+ Cortex-M4 120 MHz.

STM32WB series – Multiprotocol and ultra-low-power 2.4 GHz radio with DSP, FPU, ART Accelerator™ and IP Protection										
64 MHz Cortex-M4 CPU	Up to 1-Mbyte Flash	Up to 256-Kbyte SRAM	USB 2.0 FS Crystal less BCD / LPM	1x 16-bit advanced MC timer	Cortex-M0+ BLE 5.0 802.15.4 Concurrent	LP ADC 12x-16bit 2x comp.	Quad-SPI 1x SAI (2ch)	PKA AES-256 TRNG CKS*	LCD 8x40 4x44	

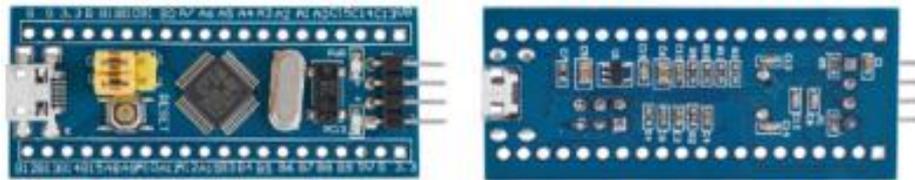
Gambar 4. Seri STM32 ARM Cortex-M tipe Wireless (STMicroelectronics. (2018), ST life.augmented, <http://www.st.com>)

Gambar diatas merupakan tipe Wireless dari seri STM32WB Cortex-M4 64 MHz, yang merupakan satu-satunya seri dengan tipe Multiprotocol and ultra-low-power.

c. STM32F103C8T6 (Bluepill)

STM32F103C8T6 merupakan seri dari mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M3 yang masuk dalam tipe mainstream. STM32F103C8T6 mempunyai kinerja processor 32-bit ARM Cortex-M3 dan clock frekuensi 72 MHz. Mikrokontroler STM32 tidak seperti ATmega yang tersedia dalam bentuk DIP (Dual In Line

Package) yang mudah dalam pemasangannya, melainkan hanya tersedia dalam bentuk LQFP (Low Profile Quad Flat Package) atau dalam bentuk SMD yang dalam pemasangan biasanya harus menggunakan solder uap. Terdapat beberapa board minimum system mikrokontroler STM32, salah satu dari board tersebut merupakan hasil produksi diluar produk STMicroelectronics. Didalam board tersebut terdapat seri STM32F103C8T6 yang biasa disebut dengan Bluepill. Dengan adanya board ini dapat memudahkan developer mikrokontroler STM32 sehingga tidak perlu lagi membuat board minimum system sendiri.



Gambar 5. Board STM32F103C8T6 (BluePill)

(Blue Pill. (2018), STM32duino wiki
,http://wiki.stm32duino.com/index.php?title=Blue_Pill)

Bluepill atau STM32F103C8T6 termasuk dalam seri STM32F103Cxx yang memiliki fitur sebagai berikut :

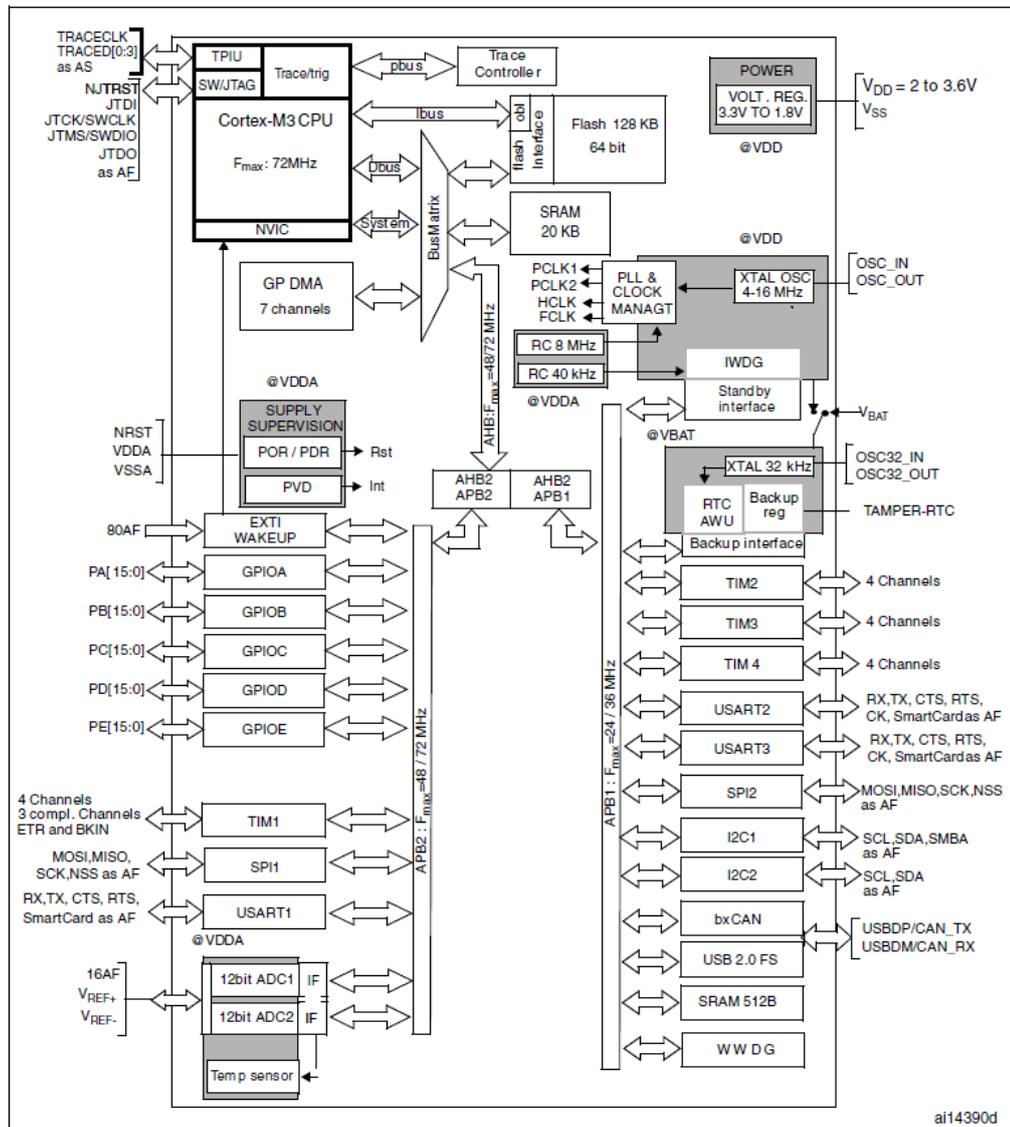
Tabel 1. Fitur STM32F103xx

Peripheral		STM32F103Tx		STM32F103Cx		STM32F103Rx		STM32F103Vx	
Flash - Kbytes		64	128	64	128	64	128	64	128
SRAM - Kbytes		20		20		20		20	
Timers	General-purpose	3		3		3		3	
	Advanced-control	1		1		1		1	
Communication	SPI	1		2		2		2	
	I ² C	1		2		2		2	
	USART	2		3		3		3	
	USB	1		1		1		1	
	CAN	1		1		1		1	
GPIOs		26		37		51		80	
12-bit synchronized ADC		2		2		2		2	
Number of channels		10 channels		10 channels		16 channels ⁽¹⁾		16 channels	
CPU frequency		72 MHz							
Operating voltage		2.0 to 3.6 V							
Operating temperatures		Ambient temperatures: -40 to +85 °C / -40 to +105 °C (see Table 9) Junction temperature: -40 to + 125 °C (see Table 9)							
Packages		VFQFPN36		LQFP48, UFQFPN48		LQFP64, TFBGA64		LQFP100, LFBGA100, UFBGA100	

1. On the TFBGA64 package only 15 channels are available (one analog input pin has been replaced by 'Vref+').

(Datasheet STM32F103x8, (2015). Halaman 10)

Karena menggunakan arsitektur ARM Cortex-M maka mikrokontroler STM32 memiliki blok diagram yang berbeda dengan ATmega. berikut ini merupakan blok diagram dari mikrokontroler tipe STM32F103xxx



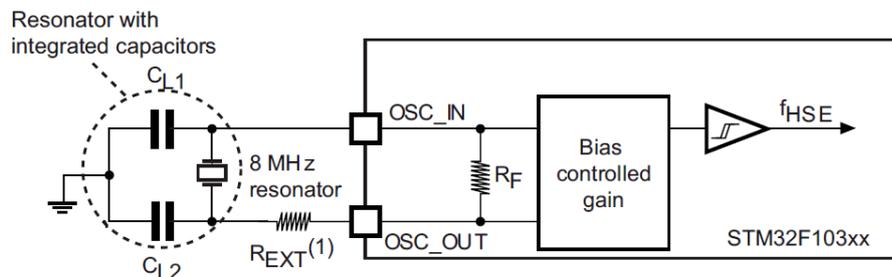
Gambar 6. Blok Diagram STM32F103xx
 (Datasheet STM32F103x8, (2015). Halaman 11)

Sama dengan ATmega, mikrokontroler STM32 juga membutuhkan external clock dalam minimum systemnya agar dapat bekerja. Bedanya dalam mikrokontroler STM32F103C8T6 terdapat 2 external clock yaitu High-speed external clock (HSE) dan Low-speed external clock (LSE). Berikut merupakan tabel karakteristik dan rangkaian yang harus diaplikasikan oleh High-speed external clock (HSE) pada mikrokontroler STM32F103C8T6.

Tabel 2. Karakteristik High-speed external clock (HSE)

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Unit
f_{OSC_IN}	Oscillator frequency	-	4	8	16	MHz
R_F	Feedback resistor	-	-	200	-	k Ω
C	Recommended load capacitance versus equivalent serial resistance of the crystal (R_S) ⁽³⁾	$R_S = 30 \Omega$	-	30	-	pF
i_2	HSE driving current	$V_{DD} = 3.3 V, V_{IN} = V_{SS}$ with 30 pF load	-	-	1	mA
g_m	Oscillator transconductance	Startup	25	-	-	mA/V
$t_{SU(HSE)}$ ⁽⁴⁾	startup time	V_{DD} is stabilized	-	2	-	ms

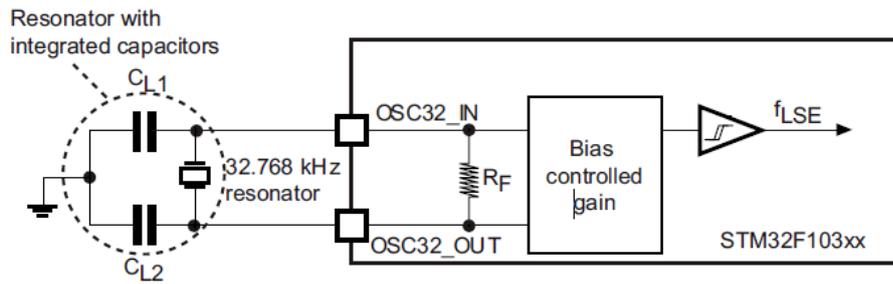
(Datasheet STM32F103x8, (2015). Halaman 53)



Gambar 7. Rangkaian High-speed external clock (HSE)

(Datasheet STM32F103x8, (2015). Halaman 54)

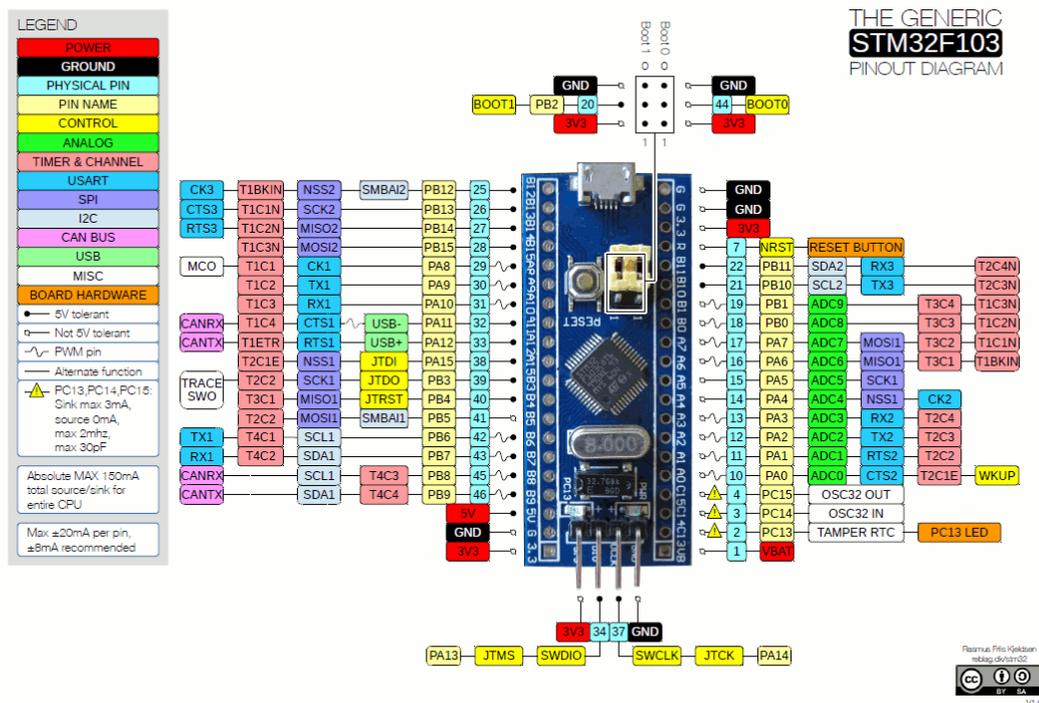
Low-speed external clock (LSE) pada mikrokontroler STM32F103C8T6 menggunakan oscilator atau crystal dengan ukuran 32.768 kHz. Berikut merupakan pengaplikasian rangkaian pada mikrokontroler STM32F103C8T6.



Gambar 8. Rangkaian Low-speed external clock (LSE)

(Datasheet STM32F103x8, (2015). Halaman 55)

Perlu di ingat bahwa mikrokontroler STM32 hanya membutuhkan sumber tegangan 2-3,6 v jadi perhatikan pin yang akan digunakan dengan baik. Berikut ini merupakan Pinout diagram board Bluepill atau STM32F103C8T6.

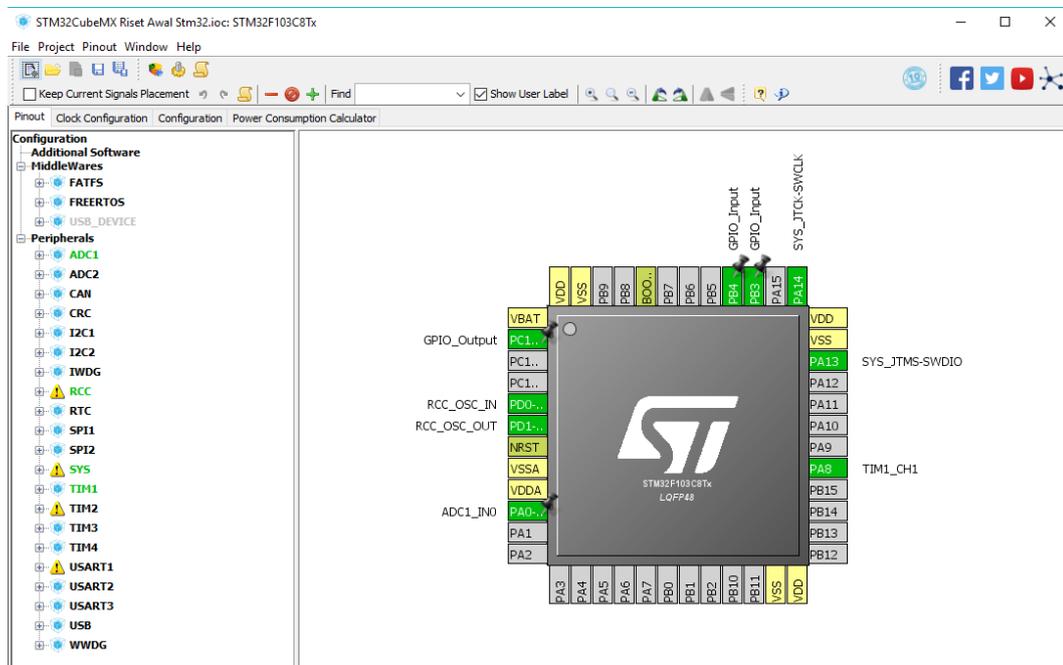


Gambar 9. Pinout diagram board Bluepill

(Blue Pill. (2018), STM32duino wiki
http://wiki.stm32duino.com/index.php?title=Blue_Pill)

5. STM32 CubeMX

STM32 CubeMX merupakan alat konfigurasi grafis gratis dengan generator kode tingkat rendah untuk mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M. STM32 CubeMX akan memfasilitasi pemilihan Unit mikrokontroler, menyarankan penugasan Pin beserta memeriksa konsistensinya, membuat set instruksi dasar yang nantinya menghasilkan file konfigurasi STM32 untuk middleware (Rani & Kumar, 2016). STM32 CubeMX merupakan *software* keluaran STMicroelectronics yang difungsikan untuk konfigurasi mikrokontroler berarsitektur ARM serta dapat didownload secara gratis melalui web resminya yaitu www.st.com/stm32cubemx. Kemudian dapat diinstal melalui langkah instalasi STM32 CubeMX yang juga disediakan dalam website tersebut. STM32 CubeMX dapat dipelajari dengan mudah karena antarmuka konfigurasi mikrokontroler dalam bentuk grafis atau gambar. Berikut ini merupakan tampilan utama dalam STM32CubeMX :



Gambar 10. Tampilan STM32CubeMX

Dalam STM32CubeMX terdapat beberapa bagian utama yang digunakan untuk mengkonfigurasi mikrokontroler STM32 dan semua itu dapat diatur dalam bentuk grafik atau gambar. Berikut ini merupakan bagian dari STM32CubeMX :

a. Pinout menu

Menu Pinout merupakan tampilan pertama yang akan muncul pada STM32CubeMX. Menu Pinout berfungsi untuk mengatur pin yang akan digunakan sesuai dengan fungsinya. Misal pada Pin A0 akan digunakan menjadi *input* ADC maka pada gambar klik pin A0 kemudian pilih ADC1. Atau bisa dengan cara klik ADC1 pada configuration peripherals kemudian pilih pin A0. Agar dapat dengan mudah mencari pin yang dituju maka bisa menggunakan tool Find pada toolbar Find.

b. Clock Configuration menu

Clock Configuration berfungsi untuk mengatur clock internal yang ada dalam mikrokontroler STM32. Sehingga dapat mensetting sumber clock, prescaler dan nilai frekuensi yang diinginkan. Jika tidak ditemukan nilai yang sesuai maka STM32CubeMX akan memberikan nilai terdekat. Dengan adanya fitur ini maka kinerja dari STM32 akan sesuai dengan kebutuhan pengguna sehingga tidak boros daya.

c. Configuration menu

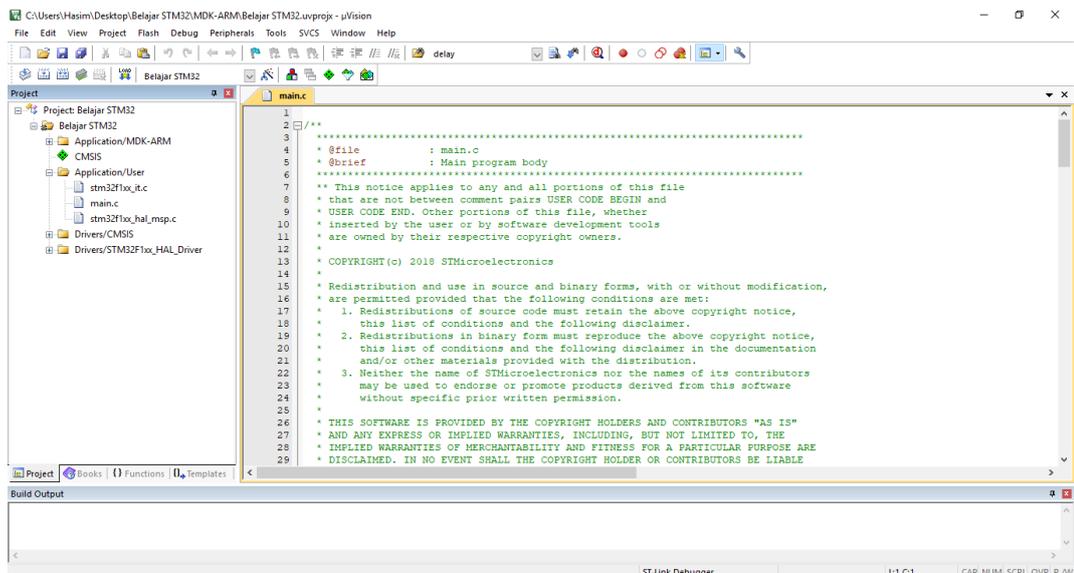
Menu Configuration berfungsi memberikan gambaran umum tentang semua komponen yang dapat dikonfigurasi perangkat lunak : GPIO, periferal dan middleware. Tombol yang dapat diklik memungkinkan memilih opsi konfigurasi parameter inisialisasi komponen yang akan dimasukkan dalam kode yang dihasilkan.

d. Power Consumption Calculator menu

Dengan memilih nomor komponen dan jenis baterai dapat menentukan berapa lama daya baterai bisa bertahan dan parameter frekuensi, fitur yang diaktifkan, dan durasi langkah. Power Consumption Calculator dapat memperkirakan konsumsi daya dan masa pakai baterai yang sesuai.

6. Keil uVision 5 (MDK 5)

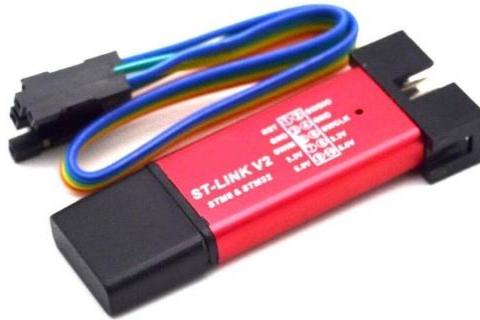
Keil uVision 5 merupakan *software* Integrated Development Environment (IDE) gratis yang mengintegrasikan editor teks untuk menulis program, kompiler yang juga akan mengkonversi kode sumber menjadi file .hex (Chauhan, 2015). Keil uVision 5 akan menyimpan nama file sumber, informasi konfigurasi untuk kompiler, assembler, linker debugger, flash loader, dan utilitas lainnya (Ranka, 2011). Bahasa pemrograman yang digunakan pada Keil uvision 5 hampir sama dengan Arduino IDE yaitu C/C++. Keil uVision 5 dapat didownload secara gratis di <https://www.keil.com/download/product/> . Berikut ini merupakan tampilan utama dari Keil uVision 5 :



Gambar 11. Tampilan Keil uVision 5

7. ST-Link v2

ST-Link merupakan sebuah debugger dan programmer untuk mikrokontroler STM32. St link membutuhkan driver agar dapat digunakan pada komputer untuk mendownload program ke mikrokontroler. Driver tersebut dapat didownload secara gratis pada situs resmi www.st.com kemudian dapat di instal pada sistem operasi windows.



Gambar 12. ST-Link v2

8. LCD 16x2

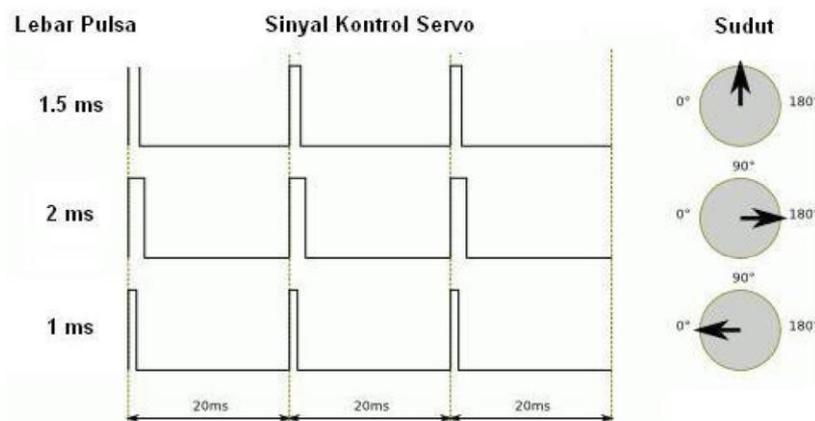
LCD (*Liquid Cristal Display*) adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data baik dalam bentuk karakter, huruf ataupun grafik. LCD pada umumnya sudah tersedia dalam bentuk modul, yaitu layar LCD beserta rangkaian pendukungnya termasuk ROM dan sebagainya (Sinaulan, 2015). Dengan adanya modul tersebut maka mahasiswa dapat mengakses LCD dengan lebih mudah. Modul LCD yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan modul LCD 20x4. Karena I/O mikrokontroler tipe STM32F103C8T6 hanya sedikit maka digunakanlah modul IO-Expander dengan IC PCF8574. Sehingga modul LCD yang tadinya menggunakan banyak pin dapat di ubah dengan 2 pin saja yaitu SDA dan SCL atau komunikasi I2C.



Gambar 13. Modul LCD 16x2 dan modul I2C PCF8574
(Sinaulan, (2015). Halaman 63)

9. Motor Servo

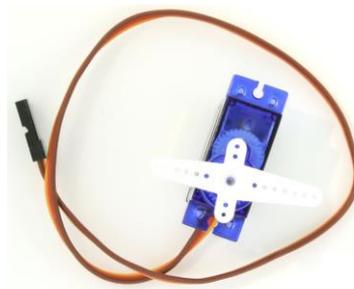
Motor servo merupakan salah satu jenis aktuator yang banyak digunakan dalam bidang industri maupun robotika. Servo merupakan motor dengan sistem umpan balik tertutup, dimana posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada didalam motor (Sujarwata, 2013). Secara umum terdapat 2 jenis motor servo, yaitu motor servo standar (180 derajat) dan motor servo continuous (360 derajat). Sudut dari sumbu motor servo dapat diatur berdasarkan lebar pulsa. Dimana pengaturan tersebut dapat dilakukan dengan metode PWM (Pulse Width Modulation).



Gambar 14. Sinyal kendali motor servo
(Sujarwata, 2013. Halaman 49)

Bagian-bagian dari motor servo *standard* adalah sebagai berikut:

- a. Konektor, konektor ini digunakan untuk menghubungkan motor servo ke controller yang akan digunakan, konektor ini terdiri dari pin Vcc, Gnd, dan data.
- b. Tuas yaang menjadi bagian dari motor servo yang terlihat seperti bintang. Ketika motor servo berputar maka tuas akan mengikuti gerakan motor servo, tuas ini juga dapat digunakan sebagai penanda posisi motor servo.
- c. Casing berisi bagian untuk mengendalikan kerja motor servo yang pada dasarnya berupa motor dc dan *gear*. Bagian ini bekerja untuk menerima instruksi dari controller yang mengirim sinyal digital untuk menggerakkan motor servo.



Gambar 15. Motor Servo
(Geoffrey Brown, 2016. Halaman 23)

10. Motor DC

Menurut Pitowarno (2016) Motor DC (*Direct Current*) adalah peralatan elektromagnetik dasar yang berfungsi untuk mengubah tenaga listrik menjadi tenaga mekanik yang desain awalnya diperkenalkan oleh Michael Faraday. Motor DC memerlukan suplai tegangan searah (*Direct Current*) pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik. Dalam motor DC terdapat dua kumparan yaitu kumparan medan dan kumparan jangkar. Jika arus dalam kumparan jangkar berinteraksi dengan medan magnet, maka akan timbul torsi (T) sehingga motor akan berputar (Nugroho & Agustina, 2015). Dengan pengertian di atas maka pada

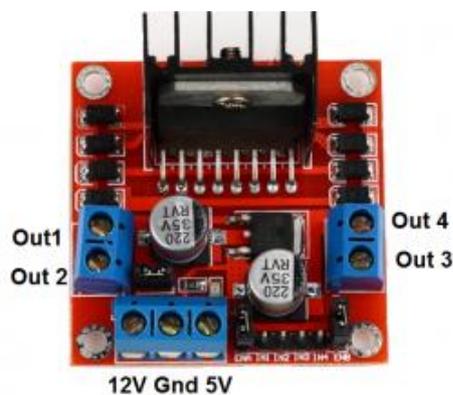
penelitian ini motor DC akan digunakan sebagai *output* dari suatu sistem mikrokontroler untuk menerapkan berbagai aplikasi yang ada di lingkungan pendidikan maupun profesional.



Gambar 16. Motor DC

11. Driver Motor L298

Driver motor DC dapat menyederhanakan rangkaian elektronik, juga mengurangi gangguan derau sinyal listrik dari sistem proses kedalam sistem kendali yang umumnya menggunakan tegangan rendah (Santosa, Taxwim, Achmad, & Utomo, 2003). L298N merupakan IC yang dapat digunakan sebagai driver motor DC. Driver L298N menggunakan prinsip kerja *H-Bridge* yang dapat dikontrol pada tegangan rendah yang berasal dari mikrokontroler dan biasanya menggunakan PWM (*Pulse Width Modulation*). Driver motor L298N dapat mengontrol 2 buah motor DC secara bersamaan dengan tegangan kerja motor maksimal 35 Vdc dan arus maksimal 2 A pada setiap kanalnya.



Gambar 17. Driver Motor DC L298N

(Epro labs wiki (2016). L298 H Bridge Drive, https://wiki.eprolabs.com/index.php?title=L298_H_Bridge_Drive)

12. Potensiometer

Potensiometer adalah resistor tiga terminal dengan sambungan geser yang membentuk pembagi tegangan dapat diatur. Potensiometer berperan sebagai resistor variabel atau rheostat (Purwanto, 2009). Potensiometer dapat digunakan sebagai pengendali peranti elektronik seperti pengendali suara pada penguat. Karena sifatnya yang variabel maka potensiometer dapat diaplikasikan sebagai transduser, misal pengaplikasian sensor yang menggunakan sistem ADC pada mikrokontroler.



Gambar 18. Potensiometer

(Wikipedia, (2018). Potentiometer, <https://en.wikipedia.org/wiki/Potentiometer>)

B. Penelitian yang Relevan

1. Penelitian yang dilakukan oleh Tika Danti Saraswati (Skripsi UNY 2018) dengan judul Pengembangan *Trainer* Mikrokontroler Arduino Uno R3 Siswa Kelas XI Paket Keahlian Teknik Audio Video di SMK Ma'arif salam. Penelitian ini bertujuan untuk merancang, mengetahui unjuk kerja dan mengetahui tingkat kelayakan *trainer* Arduino Uno R3 untuk siswa kelas XI paket keahlian Teknik Audio Video di SMK Ma'arif salam. Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan (*Research and development*) dengan model pengembangan ADDIE. Hasil penelitian ini berupa *trainer* Arduino Uno R3 yang terdiri dari sebuah papan Arduino Uno R3, tiga jenis *input* dan tujuh jenis *output*. Hasil penilaian *trainer* mendapatkan skor persentase sebesar 89,45 %

dengan kategori sangat layak. Hasil penelitian selain *trainer* yaitu modul pembelajaran yang terdiri dari sembilan Bab, hasil penilaiannya mendapatkan skor persentase sebesar 89,45 % dengan kategori sangat layak. Kemudian hasil uji coba pemakaian oleh siswa mendapatkan skor persentase sebesar 76,93 % dengan kategori sangat layak. Hasil penelitian memiliki kekurangan pada tata letak *trainer*, keterbatasan metode pada modul pembelajaran, dan belum adanya *jobsheet* praktikum. Sedangkan kelebihanannya yaitu *trainer* sudah memiliki *input/output* cukup banyak dan aman untuk digunakan. Berdasarkan hasil penilaian oleh ahli media, ahli materi dan uji coba pemakaian oleh siswa maka dapat disimpulkan bahwa *trainer* dan modul pembelajaran Arduino Uno R3 sangat layak untuk digunakan.

2. Penelitian yang dilakukan oleh Riska Indrianto (Skripsi UNY 2015) dengan judul Pengembangan *Trainer* Mikrokontroler AT89S51 sebagai Media Pembelajaran pada Mata Pelajaran Mikrokontroler Program Keahlian Teknik Elektronika Industri di SMK Negeri 1 Nanggulan. Penelitian ini bertujuan untuk membangun media pembelajaran *trainer*, mengetahui unjuk kerja *trainer*, dan mengetahui kelayakan media pembelajaran *trainer* mikrokontroler AT89S51. Penelitian ini merupakan penelitian Research and Development. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media pembelajaran *trainer* mikrokontroler AT89S51 terdiri dari rangkaian power supply, USB downloader, sistem minimum mikrokontroler AT89S51, *push button*, *display* LED, driver & motor DC, penampil seven segment, dan rangkaian dotmatrik. Unjuk kerja media pembelajaran *trainer* sudah sesuai dengan rancangannya sebagai media pembelajaran mikrokontroler. Media pembelajaran *trainer* mikrokontroler AT89S51 layak digunakan di SMK Negeri 1 Nanggulan yang dibuktikan dari

hasil uji validasi isi oleh ahli materi dengan perolehan nilai persentase sebesar 84,11% termasuk dalam kategori sangat layak, uji validasi konstruk oleh ahli media dengan perolehan 86,41% termasuk dalam kategori sangat layak, dan uji pemakaian oleh siswa dengan perolehan 85,06% termasuk dalam kategori sangat layak. Dengan demikian, media pembelajaran *trainer* mikrokontroler AT89S51 sangat layak digunakan sebagai media pembelajaran pada mata pelajaran mikrokontroler program keahlian teknik elektronika industri di SMK negeri 1 Nanggulan.

3. Penelitian yang dilakukan oleh Rendy Setiawan, Muhammad Rivai dan Suwito (Jurnal Teknik ITS 2017) dengan judul Implementasi Analog Front End Pada Sensor Kapasitif Untuk Pengaturan kelembaban menggunakan Mikrokontroler STM32. Pada sensor kapasitif, adanya *stray capacitance* atau kapasitansi parasitik pada sensor dapat menyebabkan kesalahan dalam pengukuran. Dalam aplikasi pengaturan kelembaban, dibutuhkan sistem pengukuran kelembaban dengan kesalahan minimum untuk mendapatkan nilai *setting point* dengan galat minimum. Maka diperlukan implementasi *analog front end* yang dapat meminimalisir kesalahan akibat *stray capacitance* pada sensor kapasitif untuk pengukuran kelembaban relatif. Pada sistem pengukuran sensor kapasitif ini, sensor dieksitasi dengan sinyal AC yang dihasilkan oleh generator sinyal pada frekuensi 10 KHz, kemudian diimplementasikan *analog front end* untuk mengondisikan sinyal dari sensor. Keluaran dari *analog front end* dikonversi menjadi sinyal DC menggunakan demodulator sinkron dan filter *low pass* lalu dikonversi menjadi data digital menggunakan ADC di mikrokontroler STM32. Hasil pengukuran yang didapatkan dengan implementasi *analog front end* kemudian kemudian

gunakan untuk mengatur kelembaban pada sebuah *plant growth chamber*. Berdasarkan hasil dari pengujian, rangkaian *analog front end* dapat mengompensasi *stray capacitance* dengan kesalahan pembacaan nilai kapasitansi maksimal sebesar 4.2% pada kondisi *stray capacitance* sebesar 236,6pF, 174,3pF dan 115,7pF. Implementasi *analog front end* pada pengaturan kelembaban menghasilkan galat pada setting point maksimal sebesar 8.8% untuk nilai RH 75% dan 33%.

4. Penelitian yang dilakukan oleh Joshi Vaibhav Vijay dan Balbhim Bansode (jurnal IJSETR 2015) dengan judul ARM Processor Architecture. ARM adalah arsitektur set instruksi 32-bit yang paling banyak digunakan dalam hal kuantitas yang dihasilkan. Banyak gadget elektronik di seluruh dunia menjadi bagian dari kehidupan sehari-hari kita dan kita menjadi sangat bergantung pada mereka untuk melakukan sebagian besar pekerjaan kita. Karena beragam fiturnya, banyak dari gadget ini dilengkapi dengan prosesor tertanam yang tidak hanya menempati ruang yang lebih sedikit tetapi juga memastikan bahwa pengguna mendapatkan pengalaman yang halus saat menggunakan perangkat.

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah disebutkan dapat diketahui bahwa pada penelitian ini memiliki persamaan dan perbedaan. Pada penelitian relevan nomor satu dan dua terdapat persamaan yaitu penelitian tentang media pembelajaran mikrokontroler, sedangkan perbedaan penelitian yaitu dalam penggunaan chip mikrokontroler masih menggunakan AT89S51 dan Arduino UNO. Pada penelitian nomor tiga dan empat terdapat persamaan tentang penggunaan chip mikrokontroler STM32 dengan arsitektur ARM Cortex-M.

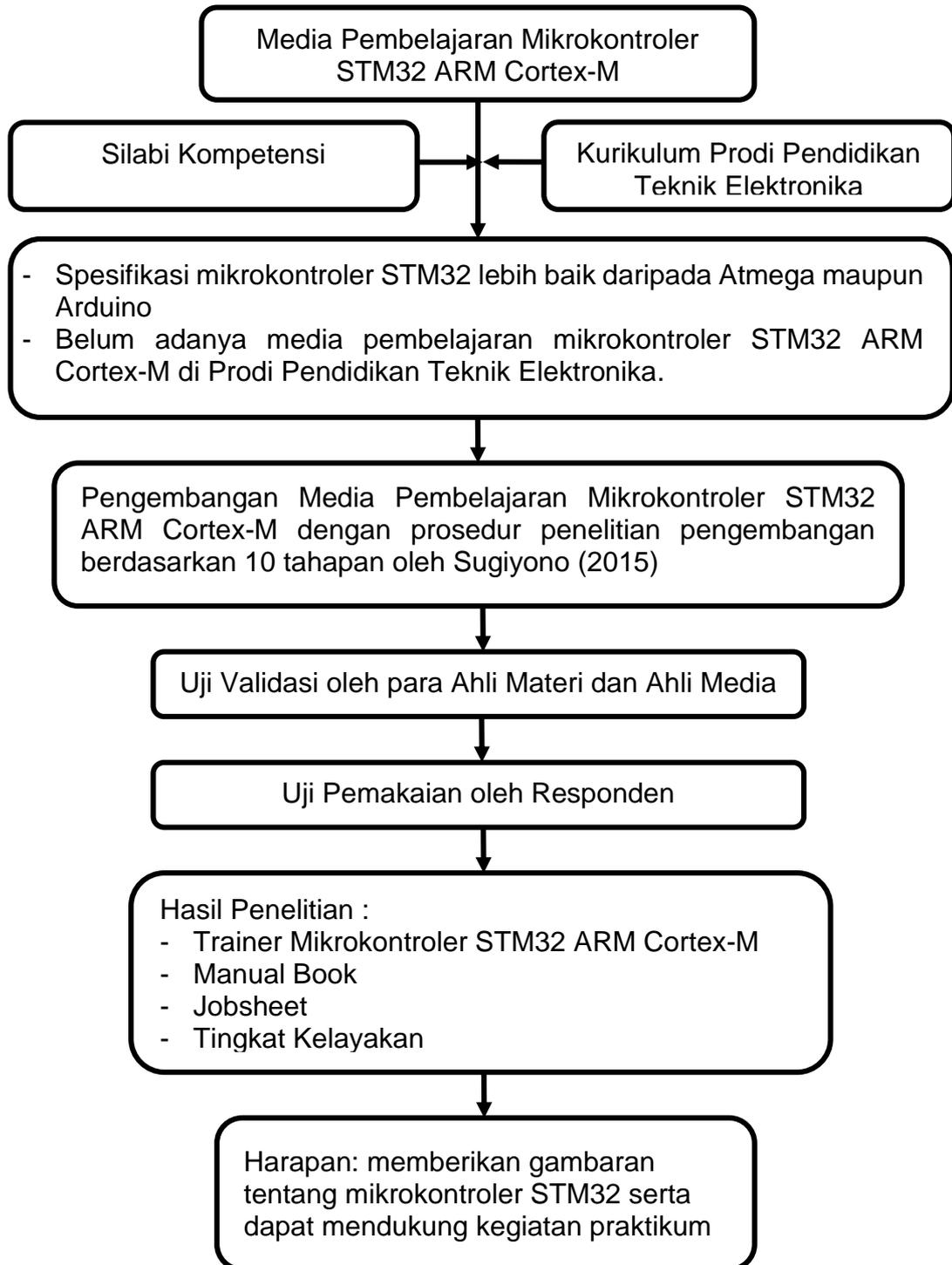
Dengan demikian penelitian ini akan membahas tentang mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M Sebagai Media Pembelajaran Mikrokontroler.

C. Kerangka Berpikir

Untuk mencapai pembelajaran yang efektif dan efisien maka perlu adanya media pembelajaran. Dengan adanya media pembelajaran diharapkan mampu memperjelas dalam penyampaian materi dan memberikan rangsangan yang sama sehingga mampu memudahkan mahasiswa dalam belajar. Melihat potensi yang ada di Prodi Pendidikan Teknik Elektronika FT UNY, maka perlu adanya media pembelajaran dalam bentuk *trainer*. Berdasarkan hasil studi lapangan penelitian menyatakan bahwa: 1) Mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M memiliki spesifikasi yang lebih baik daripada mikrokontroler Atmega maupun board Arduino. 2) Belum adanya media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M dalam bentuk *trainer* maupun modul di Prodi Pendidikan Teknik Elektronika FT UNY. 3) Kurikulum tentang mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M di Prodi Pendidikan Teknik Elektronika FT UNY sampai tahun ajaran 2017/2018 belum ada. Dari beberapa masalah yang ada, peneliti akan mengembangkan STM32 ARM Cortex-M sebagai media pembelajaran mikrokontroler yang dilengkapi dengan *jobsheet* dan user manualnya.

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan *Research and Development* (R&D) dengan 10 tahapan prosedur meliputi: 1) Potensi dan masalah, 2) Pengumpulan data, 3) Desain produk, 4) Validasi desain, 5) Revisi desain, 6) Uji coba produk, 7) Revisi produk, 8) Uji coba pemakaian, 9) Revisi produk, dan 10) Produksi masal. Dari proses inilah sebuah pengembangan STM32 ARM Cortex-M diharapkan dapat dijadikan sebagai media pembelajaran

mikrokontroler sehingga akan meningkatkan kualitas pembelajaran di Prodi Pendidikan Teknik Elektronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.



Gambar 19. Kerangka Pikir Penelitian

D. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan kerangka pikir di atas, dapat dirumuskan pertanyaan penelitian sebagai berikut.

1. Bagaimana langkah pembuatan media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M?
2. Bagaimana desain media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M?
3. Bagaimana cara kerja media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M?
4. Bagaimana kinerja media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M?
5. Bagaimana uji validitas media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M?
6. Bagaimana uji pemakaian media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M?

BAB III

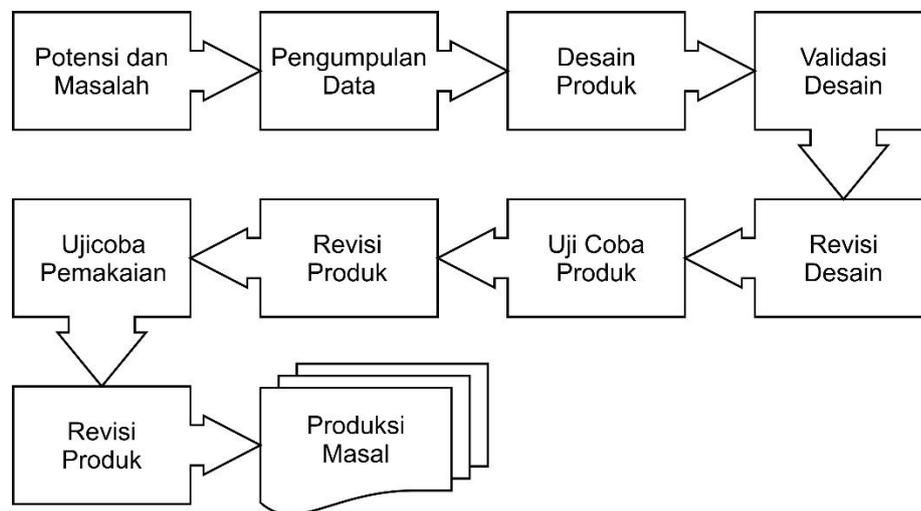
METODE PENELITIAN

A. Model Pengembangan

Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian 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”.

B. Prosedur Pengembangan

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



Gambar 20. Langkah-langkah metode Research and Development (Sugiyono, 2015)

1. Potensi Masalah

Langkah awal dalam sebuah penelitian adalah mengetahui potensi atau masalah. Potensi dapat menjadi sebuah masalah dan begitu sebaliknya masalah bisa menjadi potensi. 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

Pengumpulan data digunakan untuk bahan perencanaan produk dengan cara mengumpulkan informasi tentang potensi dan masalah yang ada. 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 produk dibuat dengan mempertimbangkan kebutuhan yang ada dan harus diwujudkan dalam gambar atau bagan. 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 sehingga diketahui apakah akan lebih efektif dari yang lama atau tidak. 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

Setelah validasi desain dan revisi desain selesai dilakukan, langkah selanjutnya adalah uji coba. Dalam bidang teknik, uji coba produk harus dalam bentuk barang jadi atau bisa dalam bentuk prototipe. 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. Produk tetap harus dinilai kelemahan dan kekurangannya serta mengevaluasi kinerja untuk perbaikan lebih lanjut. 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.

C. Sumber Data Penelitian

1. Objek Penelitian

Dalam penelitian ini objek yang akan diteliti adalah STM32 ARM Cortex-M sebagai media pembelajaran mikrokontroler yang terdiri dari perangkat keras media pembelajaran (*hardware*) dan modul media pembelajaran (*jobsheet*).

2. Subjek Penelitian

Subjek penelitian merupakan orang yang dapat merespon, memberikan informasi tentang data penelitian (Arikunto, 2010: 109). Data penelitian diambil dengan menggunakan angket, dengan subjek evaluasi dalam penelitian pengembangan ini pada dasarnya terdiri dari :

- a. Para ahli yang dibutuhkan sebagai evaluator ahli (*Expert Judgement*) pada tahap *review* yang terdiri dari ahli materi dan ahli media. Sebagai ahli media dan ahli materi adalah dosen berkompeten di prodi Pendidikan Teknik Elektronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
- b. Mahasiswa program studi Pendidikan Teknik Elektronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta sebagai *reviewer* pengguna media yang digunakan untuk mengambil data kelayakan media.

3. Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat penelitian dan pengambilan data dilaksanakan di prodi Pendidikan Teknik Elektronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta, kampus Karangmalang, Depok Sleman, Yogyakarta. Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan september sampai oktober 2018.

D. Metode dan Alat Pengumpulan Data

1. Teknik Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data digunakan untuk mendapatkan data yang dibutuhkan dalam penelitian dan selanjutnya data tersebut dianalisis. Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuisisioner (Angket), Pengujian dan Pengamatan :

a. Kuesioner (Angket)

Kuesioner merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara memberi seperangkat pertanyaan atau pernyataan tertulis kepada responden untuk dijawabnya, Sugiyono (2015: 199). Angket digunakan untuk menentukan kelayakan produk yang dibuat. Responden yang dilibatkan dalam pengambilan data adalah dosen ahli materi sekaligus ahli media pembelajaran dan pengguna atau mahasiswa.

b. Pengujian dan Pengamatan

Tujuan dari tahapan ini adalah untuk mengetahui kelayakan dari produk yang akan dijadikan sebagai media pembelajaran. Hasil pengujian dipaparkan dengan data berupa uji coba dan hasil-hasil pengamatan.

2. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian adalah alat yang dapat digunakan dalam pengukuran terhadap fenomena sosial maupun alam (Sugiyono 2015: 147). Instrumen penelitian dapat berupa angket, tes, skala bertingkat, pedoman wawancara, pedoman observasi dan check-list (Arikunto, 2010: 2019). 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. Instrumen penelitian ini nantinya akan diberikan kepada

ahli materi, ahli media dan mahasiswa sebagai responden. Pengujian validasi isi secara teknis dapat dibantu dengan menggunakan kisi-kisi instrumen yang didalamnya terdapat variabel yang diteliti, indikator tolak ukur, dan nomor butir. Kisi-kisi instrumen yang dipakai dikutip dari TAS Daniel Julianto dengan penyesuaian terhadap penelitian ini. Berikut adalah rincian kisi-kisi instrumen penelitian untuk masing-masing responden:

a. Instrumen Uji kelayakan Ahli Materi

Instrumen dalam uji validasi isi oleh ahli materi meliputi aspek kualitas materi dan kemanfaatan. Kisi-kisi instrumen penelitian untuk ahli materi dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Kisi-kisi Instrumen untuk Ahli Materi

No.	Aspek	Indikator	No Butir
1.	Kualitas Materi	Kesesuaian materi	1,2,3,4
		Kelengkapan materi	5
		Keruntutan materi	6,7
		Kejelasan materi	8,9
		Kelengkapan media cetak (<i>jobsheet</i>)	10,11
		Kesesuaian dengan situasi mahasiswa	12,13, 14,15
2.	Kualitas Instruksional	Memperjelas penyampaian pesan	16,17
		Membantu dalam peoses pembelajaran	18,19, 20

b. Instrumen untuk Ahli Media

Instrumen dalam uji validasi konstruk oleh ahli media meliputi aspek tampilan, taktis dan kemanfaatan. Kisi-kisi instrumen untuk ahli media dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Kisi-kisi Instrumen untuk Ahli Media

No.	Aspek	Indikator	No Butir
1.	Kualitas Tampilan	Layout atau tata letak komponen	1,2
		Warna	3,4
		Ukuran dan bentuk tulisan	5,6,7
		Kejelasan komponen	8,9
2.	Kualitas Teknis	Unjuk kerja	10,11,12
		Kemudahan pengoperasian	13,14
		Tingkat keamanan	15,16
3.	Kualitas Instruksional	Merangsang kegiatan belajar	17,18
		Meningkatkan motivasi belajar	19,20
		Meningkatkan keterampilan	21,22
		Mempermudah proses pembelajaran	23,24

c. Instrumen untuk Responden

Instrumen dalam uji coba penggunaan alat ditujukan kepada mahasiswa yang meliputi aspek kualitas isi dan tujuan, kualitas pembelajaran, dan kualitas teknis. Kisi-kisi instrumen untuk pengguna dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Kisi-kisi Instrumen untuk Responden

No.	Aspek	Indikator	No Butir
1.	Kualitas Tampilan	Layout atau tata letak komponen	1,2
		Warna	3
		Ukuran dan bentuk tulisan	4,5
		Kejelasan komponen	6,7
2.	Kualitas Teknis	Unjuk kerja	8,9
		Kemudahan pengoperasian	10
		Tingkat keamanan	11
3.	Kualitas Materi	Kejelasan materi	12
		Kelengkapan media cetak (<i>jobsheet</i>)	13
		Kesesuaian dengan situasi mahasiswa	14

4.	Kualitas Instruksional	Merangsang kegiatan belajar	15
		Meningkatkan motivasi belajar	16
		Meningkatkan keterampilan	17
		Mempermudah proses pembelajaran	18

3. Pengujian Instrumen

Data penelitian yang valid, akurat, dan dapat dipercaya diperoleh dengan menggunakan instrumen penelitian yang sesuai. Oleh karena itu, benar tidaknya data penelitian sangat menentukan bermutu tidaknya hasil penelitian. Instrumen penelitian dikatakan sesuai jika telah memenuhi syarat berupa validitas dan reliabilitas. Untuk itu instrumen yang dibuat perlu dilakukan pengujian yang ditinjau dari tingkat validitas dan reliabilitasnya. Berikut dijelaskan untuk uji validitas dan reliabilitas instrumen.

1) Uji Validitas Instrumen

Pengujian validitas dilakukan dalam dua tahap yaitu dengan validitas isi dan validitas konstruk. Untuk menguji validitas konstruk dapat dilakukan dengan mengadakan konsultasi kepada para ahli (Sugiyono, 2015). Validasi instrumen dilakukan sampai terjadi kesepakatan dengan para ahli. Instrumen dikonsultasikan mengenai aspek-aspek yang akan diukur dengan berlandaskan teori tertentu, yang dikonsultasikan kepada para ahli dibidangnya. Pada penelitian ini para ahli dalam bidang pendidikan adalah Dosen Pendidikan Teknik Elektronika Universitas Negeri Yogyakarta.

Setelah dikonsultasikan kepada para ahli, untuk dapat mengetahui setiap butir instrumen valid atau tidak dapat dikorelasikan dengan skor butir (X) dan skor total (Y). Untuk menganalisis item, korelasi yang digunakan untuk uji hubungan antar sesama data interval adalah korelasi (r) Product moment dari Person yang termuat dalam buku Sugiyono (2015).

$$r_{xy} = \frac{n\sum X_i Y_i - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{\sqrt{\{n\sum X_i^2 - (\sum X_i)^2\}\{n\sum Y_i^2 - (\sum Y_i)^2\}}}$$

Rumus 1

Keterangan:

n = Banyaknya pasangan data X dan Y

$\sum X$ = Total jumlah dari variabel X

$\sum Y$ = Total jumlah dari variabel Y

$\sum X^2$ = Kuadrat dari total jumlah variabel X

$\sum Y^2$ = Kuadrat dari total jumlah variabel Y

$\sum XY$ = Hasil perkalian dari total jumlah variabel X dan variabel Y

2) Uji Reliabilitas Instrumen

Suatu instrumen dikatakan reliabel jika memberikan hasil yang tetap walaupun dilakukan beberapa kali dengan waktu yang berbeda. Pengujian reliabilitas ini dilakukan dengan interval consistensi yang mana dilakukan dengan memfokuskan pada item instrumen yang mana cukup dilakukan percobaan sekali saja. Pengujian reliabilitas dilakukan dengan menggunakan teknik alpha cronbach sebagai berikut.

$$r_i = \left(\frac{k}{(k-1)} \right) \left(1 - \frac{\sum \sigma_t^2}{\sigma_t^2} \right)$$

Rumus 2

Keterangan:

r_i = Reliabilitas instrumen

K = Banyaknya butir pertanyaan (soal)

$\sum \sigma_t^2$ = Jumlah varians butir

σ_t^2 = Varians total

Hasil perhitungan r_{11} kemudian di interpretasikan dengan tingkat keadaan koefisien sesuai dengan tabel 6.

Tabel 6. Interpretasikan tingkat keadaan koefisien

Hasil perhitungan r_{11}	Tingkat keadaan koefisien
$0,800 \leq r_{11} \leq 1,000$	Sangat tinggi
$0,600 \leq r_{11} \leq 0,799$	Tinggi
$0,400 \leq r_{11} \leq 0,599$	Cukup
$0,200 \leq r_{11} \leq 0,399$	Rendah
$0,000 \leq r_{11} \leq 0,199$	Sangat Rendah

E. Teknik Analisis Data

Teknik analisa data yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik analisis diskriptif. Teknik analisis diskriptif dilakukan dengan menggunakan statistik diskriptif. “Statistik deskriptif adalah statistik yang digunakan untuk menganalisa data dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan data yang telah terkumpul sebagaimana adanya tanpa bermaksud membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum atau generalisasi” (Sugiyono, 2015: 207).

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) yang dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. kriteria skor penilaian

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

1) Menghitung skor rata-rata

Untuk menghitung skor rata-rata digunakan rumus:

$$X_i = \frac{\sum x}{n} \quad \text{Rumus 3}$$

Keterangan:

X_i = Skor rata-rata

$\sum x$ = Jumlah skor Jawaban

n = Jumlah responden

2) Menghitung Persentase Kelayakan

Setelah persentase rerata didapat selanjutnya penunjukan predikat dari media pembelajaran mikrokontroler STM32 berdasarkan skala pengukuran *rating scale*. Skala penunjukan *rating scale* adalah pengubahan data kuantitatif menjadi kualitatif. Data mentah berupa angka yang diperoleh melalui *rating scale* ditafsirkan dalam pengertian kualitatif (Sugiyono, 2015:141). Berikut merupakan *rating scale* yang digunakan untuk menentukan kelayakan media pembelajaran mikrokontroler STM32.

$$\text{Persentase Kelayakan (\%)} = \frac{\text{Skor yang di observasi}}{\text{skor yang diharapkan}} \times 100\% \quad \text{Rumus 4}$$

Tabel 8. Kategori kelayakan berdasarkan rating scale

No.	Skor dalam persen	Kategori
1	0% – 25%	Sangat Tidak Layak
2	25% – 50%	Tidak Layak
3	50% – 75%	Layak
4	75% – 100%	Sangat Layak

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Hasil penelitian dilaksanakan berdasarkan prosedur pengembangan penelitian oleh sugiyono. Adapun tahapan yang telah dilaksanakan 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. Berikut ini merupakan penjelasan mengenai hasil penelitian dalam setiap tahap.

1. Potensi Masalah

Penelitian ini berawal dari potensi dan masalah yang ada di Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika FT UNY. Menurut pengamatan peneliti dan fakta dalam melaksanakan praktikum di Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika FT UNY masih menggunakan mikrokontroler jenis AVR atau Arduino, yang dalam kinerjanya jelas jauh berbeda dengan mikrokontroler STM32. Sementara itu pada era milenium ini teknologi dituntut agar dapat memiliki kinerja yang tinggi dan hemat daya.

2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara mengumpulkan informasi tentang potensi masalah yang ada. Pengumpulan data diperoleh dari hasil pengamatan peneliti di tambah dengan wawancara terhadap mahasiswa di Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika FT UNY. Dari hasil pengamatan peneliti diperoleh bahwa selama peneliti mendapat kuliah praktikum Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika FT UNY masih menggunakan mikrokontroler AVR atau Arduino. Berikut hasil pengumpulan data dari mahasiswa.

a. Hasil pengumpulan data dengan Mahasiswa

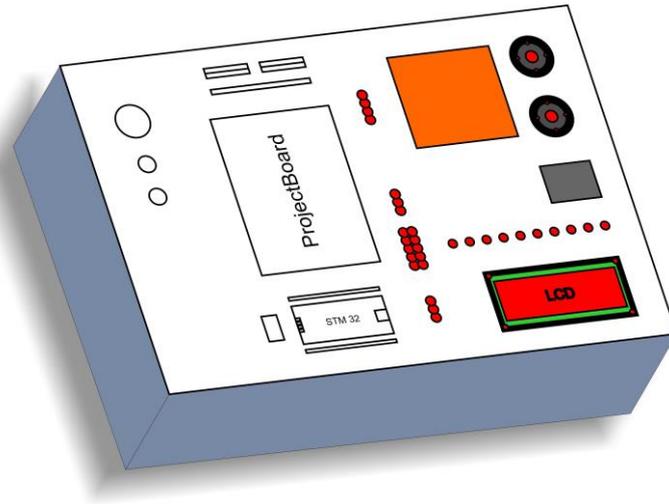
Teknik pengumpulan data pada mahasiswa menggunakan metode wawancara dengan hasil sebagai berikut

- 1) Dalam praktikum pembelajaran mikrokontroler di Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika FT UNY masih menggunakan mikrokontroler Atmega atau board Arduino.
- 2) Belum adanya kurikulum tentang mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M di Prodi Pendidikan Teknik Elektronika.
- 3) Belum adanya media pembelajaran dan materi yang bersifat satu kesatuan padu tentang mikrokontroler STM32 di Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika FT UNY.

Berdasarkan hasil pengumpulan data dengan cara pengamatan dan wawancara terhadap mahasiswa di Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika FT UNY dapat disimpulkan bahwa perlu adanya pengembangan media pembelajaran yang bersifat satu kesatuan padu tentang mikrokontroler STM32. Pembuatan media pembelajaran mikrokontroler STM32 di Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika FT UNY masih dalam tahap pengenalan dan pemrograman dasar dikarenakan keterbatasan peneliti.

3. Desain Produk

Setelah melakukan pengumpulan data, langkah selanjutnya adalah desain produk awal. Produk yang akan dikembangkan meliputi STM32F103xx sebagai media pembelajaran mikrokontroler disertai dengan manual book dan *jobsheet*nya. Pembuatan desain ini disesuaikan dengan tujuan yang ingin dicapai. Gambar dibawah ini menunjukkan desain awal produk.



Gambar 21. Desain Produk Awal

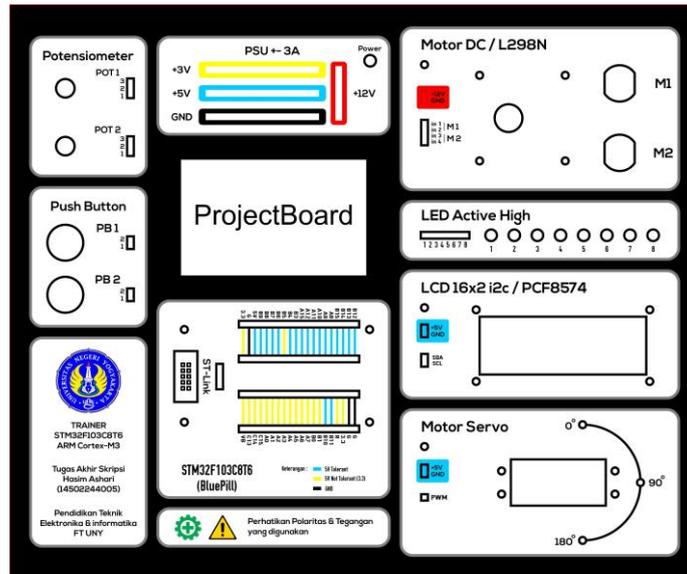
4. Validasi Desain

Validasi desain produk dilaksanakan oleh dosen pembimbing TAS dengan menunjukkan desain awal *trainer* yang akan dibuat nantinya. Berikut ini merupakan hasil dari validasi desain.

- a. Tata letak komponen yang digunakan sebaiknya diurutkan menggunakan prinsip *input-proses-output*.
- b. Modul rangkaian yang ada pada produk agar diletakkan di atas sehingga pengguna dapat melihat modul rangkaian yang digunakan.
- c. Proses praktikum biarkan pengguna merangkai sendiri dengan memberikan soket di setiap *input output* pada modul rangkaian dan mikrokontroler.

5. Revisi Desain

Setelah dilakukan validasi, langkah selanjutnya adalah revisi desain sesuai dengan hasil validasi. Berikut ini merupakan hasil dari revisi desain produk.



Gambar 22. Hasil Revisi Desain

6. Pembuatan Produk

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.

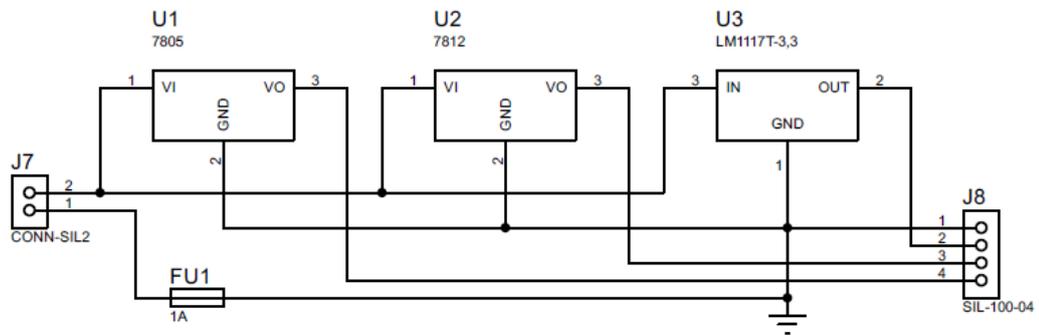
a. Realisasi pembuatan produk berupa *trainer*

Realisasi pembuatan produk dimulai dengan mempersiapkan desain rangkaian dan komponen yang akan digunakan dalam media pembelajaran. Setelah desain dan komponen sudah siap maka produk dapat direalisasikan. Berikut ini merupakan pemaparan proses pembuatan produk.

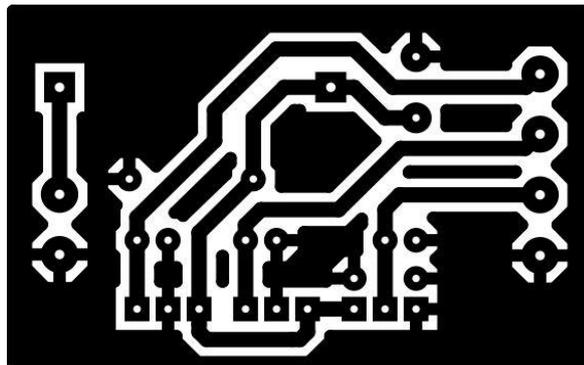
1) Blok Rangkaian Regulator Power Supply

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. Berikut ini merupakan *layout* dan realisasi dari regulator power supply.



Gambar 23. Skematik Regulator



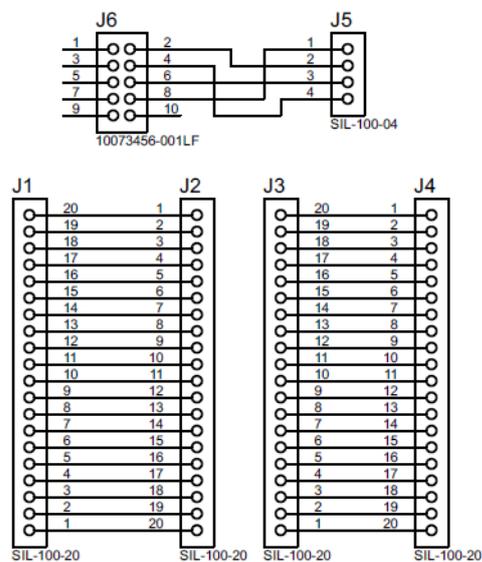
Gambar 24. *Layout* Regulator



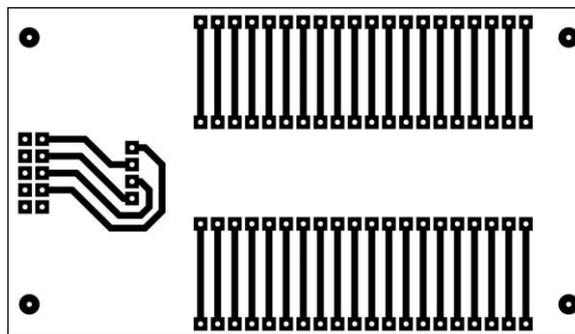
Gambar 25. Hasil PCB Regulator

2) Blok Rangkaian Pin out STM32

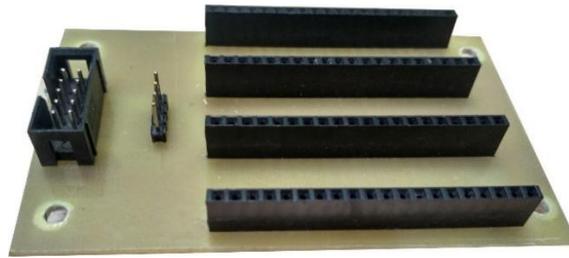
Blok rangkaian pin out mikrokontroler STM32 digunakan untuk memudahkan pengguna dalam pemasangan downloader ST-Link dengan mikrokontroler STM32 dengan menggunakan konektor tambahan. Serta memberikan informasi kepada user mengenai nama pin dan tegangan yang bisa diterima oleh pin tersebut dengan menggunakan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



Gambar 26. Skematik Pinout STM32



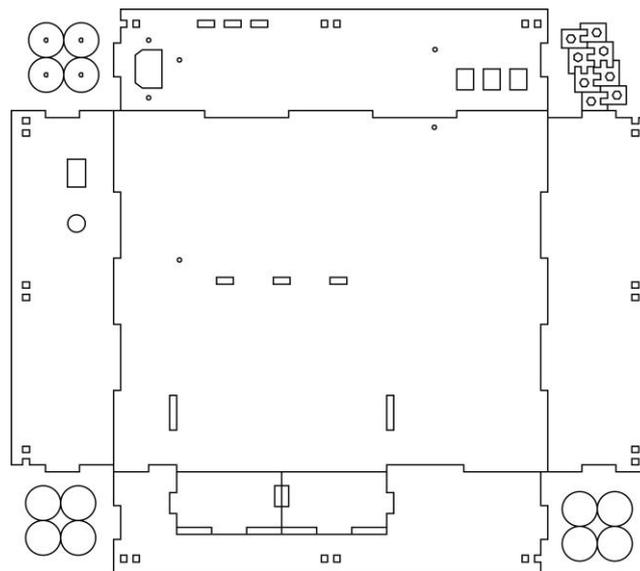
Gambar 27. *Layout* Pinout STM32



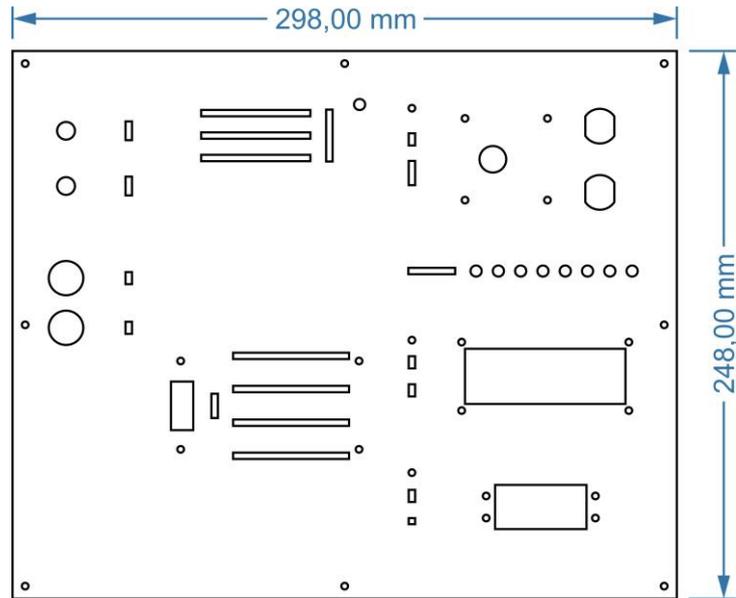
Gambar 28. Hasil PCB Pinout STM32

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 29. Desain Box *Trainer*



Gambar 30. Desain penutup Box *Trainer*



Gambar 31. Hasil Box tampak dalam

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



Gambar 32. Tampilan Produk 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 33. 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 34. Tampilan sampul jobsheet

7. Ujicoba Produk

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.

a. Ujicoba Tahap Pertama

Proses pengujian tahap pertama dilakukan oleh peneliti dengan menguji 6 blok rangkaian yang terdapat pada produk tersebut, diantaranya meliputi 1). Blok Power Supply 2). Blok *Input* Potensiometer 3). Blok *Input Push button* dengan blok *output* LED 4). Blok *output* driver dan motor DC 5). Blok *output* LCD i2c dan 6). Blok *output* motor servo.

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 9. Hasil pengukuran Power Supply

No.	Tegangan <i>Input</i>	Tegangan <i>Output</i>
1	220 V AC	12 V DC

Tabel 10. Hasil pengukuran Regulator

No.	Tegangan <i>Input</i>	Tegangan <i>Output</i>
1	12 V DC	12 V DC
2	12 V DC	5 V DC
3	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 11. 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 12. Hasil ujicoba Blok *Push button* dengan LED

Kondisi	<i>Push button</i>	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 13. 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.

b. Ujicoba Tahap Kedua

Ujicoba tahap kedua dilakukan guna memperoleh tingkat validasi penggunaan media pembelajaran dengan dua tahap pengujian. Tahap pertama yaitu pengujian validasi isi (*content validity*) oleh ahli materi. Ahli materi merupakan seseorang yang memahami materi tentang mikrokontroler. Pengujian validasi isi dilakukan oleh Bapak Suprpto, S.Pd., M.T., Ph.D. yang merupakan Dosen Pendidikan Teknik Elektronika FT UNY. Sedangkan tahap kedua yaitu pengujian validasi konstruk (*construct validity*) oleh ahli media. Ahli media merupakan seseorang yang ahli dalam media pembelajaran. Pengujian validasi media dilakukan oleh Bapak Dr. phil. Mashoedah, S.Pd., M.T. yang merupakan Dosen Pendidikan Teknik Elektronika FT UNY.

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.

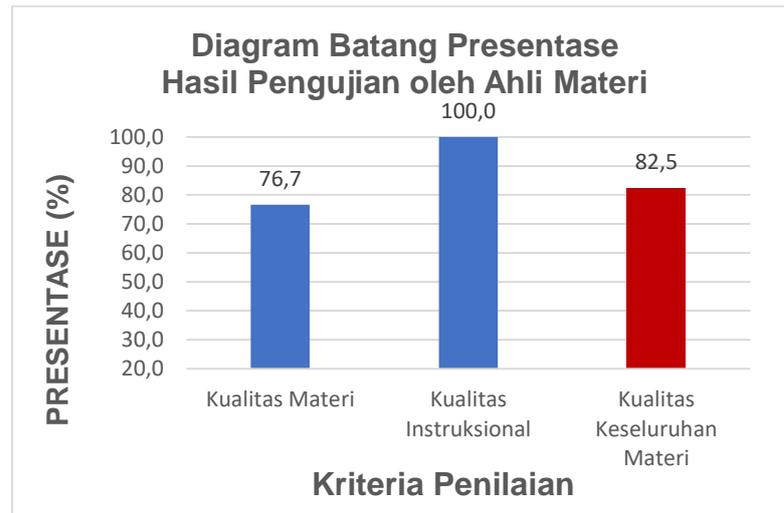
Tabel 14. Data hasil penilaian oleh Ahli Materi

No	Aspek Penilaian	Nomor Butir	Skor Maks	Skor Ahli	Rerata Skor
1	Kualitas Materi	1	4	2	2
		2	4	4	4
		3	4	3	3
		4	4	3	3
		5	4	3	3
		6	4	3	3
		7	4	3	3
		8	4	3	3
		9	4	4	4
		10	4	3	3
		11	4	3	3
		12	4	3	3
		13	4	3	3
		14	4	3	3
		15	4	3	3
Jumlah			60	46	46
2	Kualitas Instruksional	16	4	4	4
		17	4	4	4
		18	4	4	4
		19	4	4	4
		20	4	4	4
Jumlah			20	20	20
Jumlah Total			80	66	66

Untuk mendapatkan nilai kelayakan, data rerata skor kemudian dikonversi menjadi kategori penilaian berdasarkan skala empat. Berikut ini merupakan hasil dari pengujian oleh ahli materi.

Tabel 15. Persentase hasil oleh Ahli Materi

No	Aspek Penilaian	Σ Hasil Skor	Σ Skor Max.	Persentase (%)
1	Kualitas Materi	46	60	76,7
2	Kualitas Instruksional	20	20	100,0
Jumlah		66	80	82,5
Kualitas Keseluruhan Materi				



Gambar 35. 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.

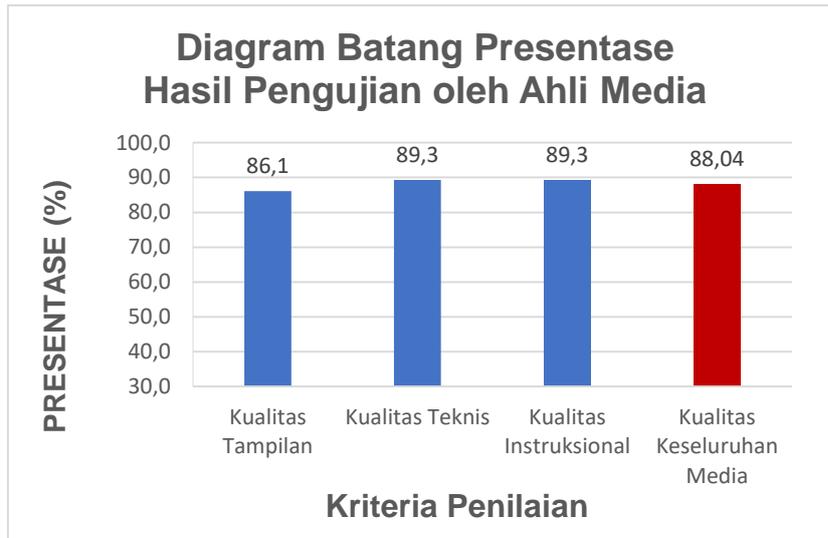
Tabel 16. Data hasil penilaian oleh Ahli Media

No	Aspek Penilaian	Nomor Butir	Skor Maks	Skor Ahli	Rerata Skor
1	Kualitas Tampilan	1	4	4	4
		2	4	3	3
		3	4	4	4
		4	4	3	3
		5	4	3	3
		6	4	4	4
		7	4	4	4
		8	4	3	3
		9	4	3	3
Jumlah			36	31	31
2	Kualitas Teknis	10	4	4	4
		11	4	3	3
		12	4	3	3
		13	4	3	3
		14	4	4	4
		15	4	4	4
		16	4	4	4
Jumlah			28	25	25
3	Kualitas Instruksional	17	4	3	3
		18	4	3	3
		19	4	4	4
		20	4	4	4
		21	4	4	4
		22	4	4	4
		23	4	3	3
Jumlah			28	25	25
Jumlah Total					81

Untuk mendapatkan nilai kelayakan, data rerata skor kemudian dikonversi menjadi kategori penilaian berdasarkan skala empat. Berikut ini merupakan hasil dari pengujian oleh ahli media.

Tabel 17. Persentase hasil oleh Ahli Media

No	Aspek Penilaian	Σ Hasil Skor	Σ Skor Max.	Persentase (%)
1	Kualitas Tampilan	31	36	86,1
2	Kualitas Teknis	25	28	89,3
3	Kualitas Instruksional	25	28	89,3
Jumlah		81	92	88,04
Kualitas Keseluruhan Media				



Gambar 36. 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.

8. Revisi Produk

Berdasarkan hasil uji validasi oleh para ahli, terdapat beberapa saran dan komentar yang diperoleh. Berikut ini merupakan hasil saran dan komentar dari para ahli.

a. Ahli Materi

Saran dan komentar dari ahli materi adalah sebagai berikut :

- 1) Materi mikrokontroler STM32 sudah baik, lanjutkan.

b. Ahli Media

Saran dan komentar dari ahli media adalah sebagai berikut :

- 1) Pada motor DC perlu ditambah petunjuk perputaran motor agar dapat terlihat dengan mudah saat motor berputar.

2) Perlu ditambah saklar toggle on/off yang bisa di tambahkan pada projectboard.

Dari saran dan komentar oleh para ahli diatas, maka media pembelajaran tersebut di revisi sesuai dengan tambahan yang diberikan oleh para ahli. Berikut ini merupakan hasil akhir setelah dilakukan revisi dari STM32 ARM Cortex-M Sebagai Media Pembelajaran Mikrokontroler.



Gambar 37. Hasil akhir Produk setelah direvisi

9. 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.

a. Uji Validitas Butir Instrumen

Setelah dilakukan validasi instrumen selanjutnya akan diuji validitas tiap butir instrumen yang bertujuan untuk mengetahui valid atau tidaknya tiap butir instrumen tersebut. Dibawah ini merupakan hasil pengujian butir satu instrumen untuk responden.

Tabel 18. Data hasil uji validitas instrumen butir 1

Responden	X	Y	XY	X ²	Y ²
1	4	67	268	16	4489
2	4	68	272	16	4624
3	4	59	236	16	3481
4	3	54	162	9	2916
5	4	65	260	16	4225
6	4	72	288	16	5184
7	4	63	252	16	3969
8	4	62	248	16	3844
9	3	61	183	9	3721
10	4	71	284	16	5041
11	3	62	186	9	3844
12	3	64	192	9	4096
13	4	68	272	16	4624
14	4	63	252	16	3969
15	3	54	162	9	2916
16	2	54	108	4	2916
17	4	64	256	16	4096
18	4	67	268	16	4489
19	4	69	276	16	4761
20	3	62	186	9	3844
21	3	66	198	9	4356
Jumlah	75	1335	4809	275	85405

Selanjutnya untuk mengetahui butir 1 instrumen valid atau tidak valid dapat dilakukan dengan cara mengorelasikan skor butir (x) dengan skor total (y). Kemudian dilakukan perhitungan yang sama untuk butir 2 hingga butir 18 sehingga setiap butir instrumen dapat diketahui valid dan tidak validnya. Kriteria yang digunakan untuk uji validitas butir instrumen yaitu apabila **rhitung** lebih dari sama dengan **rtabel** maka butir instrumen dianggap valid. Dengan toleransi nilai **rtabel** sebesar 5% yaitu 0,433. Berikut ini merupakan hasil validitas tiap butir instrumen.

Tabel 19. Hasil validitas butir instrumen

Butir	Rhitung	Rtabel	Ket	Butir	Rhitung	Rtabel	Ket
1	0,664	0,433	Valid	10	0,499	0,433	Valid
2	0,571	0,433	Valid	11	0,504	0,433	Valid
3	0,625	0,433	Valid	12	0,673	0,433	Valid
4	0,560	0,433	Valid	13	0,457	0,433	Valid
5	0,479	0,433	Valid	14	0,522	0,433	Valid
6	0,659	0,433	Valid	15	0,783	0,433	Valid
7	0,454	0,433	Valid	16	0,478	0,433	Valid
8	0,461	0,433	Valid	17	0,532	0,433	Valid
9	0,595	0,433	Valid	18	0,515	0,433	Valid

b. Uji Reliabilitas Instrumen

Pengujian reliabilitas bertujuan untuk mengetahui apakah instrumen tersebut dapat digunakan untuk mengukur objek yang sama dalam waktu yang berbeda dengan hasil yang sama atau tidak. Untuk mengetahui reliabilitas instrumen digunakan rumus sebagai berikut.

$$r_i = \left(\frac{k}{(k-1)} \right) \left(1 - \frac{\sum \sigma_t^2}{\sigma_t^2} \right) = \left(\frac{21}{(21-1)} \right) \left(1 - \frac{4,59}{25,58} \right)$$

$$r_i = 0,862$$

hasil perhitungan diatas menunjukkan nilai **0,862** yang berdasarkan tabel interpretasi nilai r maka reliabilitas instrumen yang digunakan termasuk sangat tinggi, sehingga instrumen tersebut dapat dipercaya untuk digunakan pada waktu yang berbeda.

c. Uji Pemakaian

Hasil uji pemakaian berupa tanggapan responden terhadap media pembelajaran sesuai dengan angket. Penilaian ditinjau dari empat aspek yaitu aspek kualitas tampilan, kualitas teknis, kualitas materi dan kualitas instruksional. Setelah data diperoleh selanjutnya data dihitung untuk mencari nilai kelayakan media pembelajaran yang dilihat dari uji pemakaian oleh responden dengan jumlah 21 responden. Berikut ini merupakan hasil dari uji pemakaian.

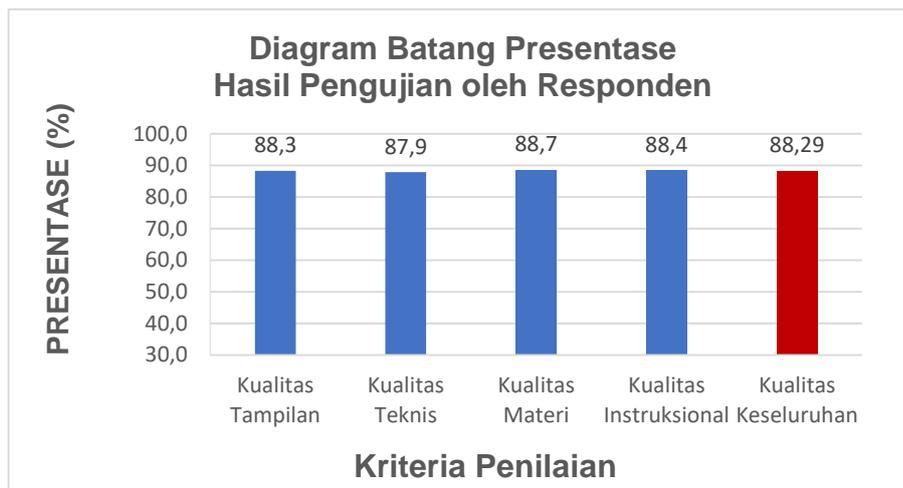
Tabel 20. Data rerata skor oleh Responden

No	Aspek Penilaian	Nomor Butir	Skor Maks	Rerata Skor
1	Kualitas Tampilan	1	4	3,57
		2	4	3,48
		3	4	3,43
		4	4	3,52
		5	4	3,67
Jumlah			20	17,67
2	Kualitas Teknis	6	4	3,67
		7	4	3,43
		8	4	3,52
		9	4	3,29
		10	4	3,67
Jumlah			20	17,57
3	Kualitas Materi	11	4	3,52
		12	4	3,52
		13	4	3,62
		14	4	3,52
Jumlah			16	14,19
4	Kualitas Instruksional	15	4	3,57
		16	4	3,57
		17	4	3,38
		18	4	3,62
Jumlah			16	14,14
Jumlah Total				63,57

Untuk mendapatkan nilai kelayakan, data rerata skor kemudian dikonversi menjadi kategori penilaian berdasarkan skala empat. Berikut ini merupakan hasil dari pengujian oleh responden.

Tabel 21. Persentase hasil oleh Responden

No	Aspek Penilaian	Σ Hasil Skor	Σ Skor Max.	Persentase (%)
1	Kualitas Tampilan	17,67	20	88,3
2	Kualitas Teknis	17,57	20	87,9
3	Kualitas Materi	14,19	16	88,7
4	Kualitas Instruksional	14,14	16	88,4
Jumlah		63,57	72	88,29
Kualitas Keseluruhan				



Gambar 38. 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.

10. Revisi Produk

Berdasarkan hasil uji validasi oleh para ahli dan uji pemakaian oleh mahasiswa, maka STM32 ARM Cortex-M sebagai media pembelajaran mikrokontroler sangat layak untuk digunakan tanpa revisi atau perbaikan dari *trainer*, manual book maupun *jobsheetnya*.

11. Produksi Masal

Setelah produk 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.

B. Kajian Produk

Setelah dilakukan uji validasi dan uji pemakaian terhadap produk, terdapat beberapa masukan serta saran dari para ahli dan responden. Berikut ini merupakan masukan dan saran dari para ahli dan responden (mahasiswa).

2. Penyambungan antaran pin dalam *trainer* dengan kabel *jumper* yang kecil sehingga menyulitkan dfn mudah lepas.
3. Penambahan *input* berupa saklar toggle sehingga dapat menambah variasi *input* digital.
4. Penambahan *output* berupa motor stepper.



Gambar 39. Hasil akhir Produk

C. Pembahasan Hasil Penelitian

Pembahasan hasil penelitian ditujukan pada permasalahan yang diangkat dalam rumusan masalah. Permasalahan itu selanjutnya dibahas satu per satu sesuai dengan hasil data pengujian yang telah diperoleh selama penelitian. Berikut ini merupakan pembahasan hasil penelitian.

1. **Bagaimana rancang bangun *trainer* STM32 ARM Cortex-M sebagai media pembelajaran mikrokontroler?**

Melihat potensi yang ada di prodi Pendidikan Teknik Elektronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta menjadi acuan dalam penellitian tentang

media pembelajaran ini. 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 *trainer* 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 aktive 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*. Dalam Manual book terdapat pembahasan mengenai 1). Faktor keamanan 2). Spesifikasi alat serta 3). Bagian-bagian *trainer*. Sedangkan dalam *jobsheet* 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.

2. Bagaimana unjuk kerja *trainer* STM32 ARM Cortex-M sebagai media pembelajaran mikrokontroler?

Unjuk kerja media pembelajaran mikrokontroler STM32 dilakukan dalam tiga tahap yaitu ujicoba oleh peneliti, ujicoba oleh para ahli dan ujicoba oleh responden (mahasiswa).

Proses pengujian tahap pertama dilakukan oleh peneliti dengan menguji 6 blok rangkaian yang terdapat pada produk tersebut, diantaranya meliputi 1). Blok Power Supply 2). Blok *Input* Potensiometer 3). Blok *Input Push button* dengan blok *output* LED 4). Blok *output* driver dan motor DC 5). Blok *output* LCD i2c dan 6).

Blok *output* motor servo. Dari hasil ujicoba oleh peneliti dapat diketahui bahwa semua blok yang terdapat dalam *trainer* dapat bekerja dengan baik.

Ujicoba tahap kedua dilakukan guna memperoleh tingkat validasi penggunaan media pembelajaran dengan dua tahap pengujian. Tahap pertama yaitu pengujian validasi isi (*content validity*) oleh ahli materi. Sedangkan tahap kedua yaitu pengujian validasi konstruk (*construct validity*) oleh ahli media. Dari hasil ujicoba oleh para ahli dapat diketahui bahwa *trainer* dapat bekerja dengan baik serta manual book dan *jobsheet* yang dapat menunjang *trainer* tersebut.

Sedangkan Hasil uji pemakaian berupa tanggapan responden terhadap media pembelajaran sesuai dengan angket. Penilaian ditinjau dari empat aspek yaitu aspek kualitas tampilan, kualitas teknis, kualitas materi dan kualitas instruksional. dimana dalam proses ujicoba pemakaian *trainer* dapat bekerja dengan baik.

3. Bagaimana tingkat kelayakan *trainer* STM32 ARM Cortex-M sebagai media pembelajaran mikrokontroler?

Tingkat kelayakan media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M dapat dilihat dari hasil penilaian oleh para ahli dan responden.

Hasil uji validasi isi berupa tanggapan 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. Hasil penilaian uji materi oleh Ahli Materi diperoleh skor persentase untuk aspek kualitas materi sebesar 76,7% dan aspek kualitas instruksional sebesar 100% dengan hasil akhir hasil uji validasi isi sebesar 82,5% dengan kategori Sangat Layak.

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. Hasil penilaian uji media oleh Ahli Media diperoleh skor persentase untuk aspek kualitas tampilan sebesar 86,1%, kualitas teknis sebesar 89,3%, dan kualitas instruksional sebesar 89,3% dengan hasil akhir hasil uji validasi konstruk sebesar 88,04% dengan kategori Sangat Layak.

Hasil uji pemakaian berupa tanggapan responden terhadap media pembelajaran sesuai dengan angket. Penilaian ditinjau dari empat aspek yaitu aspek kualitas tampilan, kualitas teknis, kualitas materi dan kualitas instruksional. Setelah data diperoleh selanjutnya data dihitung untuk mencari nilai kelayakan media pembelajaran. Hasil penilaian uji media oleh Ahli Media diperoleh skor persentase untuk aspek kualitas tampilan sebesar 88,3%, kualitas teknis sebesar 87,9%, kualitas materi sebesar 88,7% dan kualitas instruksional sebesar 88,4% dengan hasil akhir hasil uji pemakaian sebesar 88,29% dengan kategori Sangat Layak.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. 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.

B. Pengembangan Produk Lebih Lanjut

Pengembangan produk selanjutnya yang dapat dilakukan untuk menyempurnakan produk antara lain sebagai berikut.

1. Penggunaan kabel *jumper* yang lebih besar dan lebih kuat
2. Penambahan bagian *input push button*, saklar toggle dan potensiometer.
3. Penambahan bagian *output* berupa motor stepper.

C. Saran

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

- Anderson, & H., R. (1987). *Selecting and Developing Media for Instruction*. Jakarta: Rajawali.
- Arikunto, S. (2010). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- ARM. (2018). *arm*. Diambil kembali dari *arm*: <https://www.arm.com/products/processors> pada tanggal 03 maret 2018
- Arsyad, A. (2003). *Media Pembelajaran*. Jakarta: PT RajaGrafindo Persada.
- Blue Pill*. (2018). Diambil kembali dari STM32duino wiki: http://wiki.stm32duino.com/index.php?title=Blue_Pill pada 23 Maret 2018
- Brown, & Geoffrey. (2016). *Discovering the STM32 Microcontroller*. Bloomington: Indiana University.
- Chauhan, P. C. (2015). Ethernet Based Real Time Network Control System with Multiple-Client-Server Architecture. *IJSRD - International Journal for Scientific Research & Development*, Vol. 3, Hal.1666.
- DEPDIKNAS. (2003). Diambil kembali dari <https://kemenag.go.id>: <https://kemenag.go.id/file/dokumen/UU2003.pdf> pada tanggal 03 April 2018
- Indarto, R. (2015). Pengembangan Trainer Mikrokontroler AT89S51 sebagai Media Pembelajaran pada Mata Pelajaran Mikrokontroler Program Keahlian Teknik Elektronika Industri di SMK Negeri 1 Nanggulan. *Skripsi UNY*.
- Julianto, D. (2017). Media Pembelajaran Trainer Motor DC, Brushless, Servo, dan Stepper dengan kendali Mikrokontroler Arduino UNO pada Mata Pelajaran Teknik Mikroprosesor di SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta. *Tugas Akhir Skripsi*, hal 43-44.
- L298 H Bridge Drive*. (2016). Diambil kembali dari epro labs wiki: https://wiki.eprolabs.com/index.php?title=L298_H_Bridge_Drive pada 23 Maret 2018
- Mustholiq, I., Sukir, & N, A. C. (2007). Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif berbasis Multimedia pada Mata Kuliah Dasar Listrik. *JPTK*, Vol. 16, No. 1, Hal. 7.
- Nugroho, N., & Agustina, S. (2015). Analisa Motor DC (Direct Current) sebagai Penggerak Mobil Listrik. *Mikrotiga*, Vol. 2, No. 1, Hal. 29.
- Pramono, & Sigit, H. (2011). Pembacaan Posisi Koordinat dengan GPS Sebagai Pengendali Palang Pintu Rel Kereta Api Secara Otomatis untuk

- Penambahan Aplikasi Modul Praktik Mikrokontroler. *JPTK*, Vol 20, Hal. 185.
- Purwanto. (2009). Pengendali Motor Servo DC Standard dengan Berbasis Mikrokontroler AVR Atmega8535. Hal. 3.
- Putro, S. H., & Suprpto. (2009). Aplikasi Robot Penentu Koordinat pada Perubahan Permukaan Dasar Sungai sebagai Media Pembelajaran Mata Kuliah Hidrolika. *JPTK*, Vol. 18, No. 1, Hal. 7.
- Rani, M. S., & Kumar, K. S. (2016). Design And Implementation Of Autopilot For Mav. *International Journal of Engineering Inventions*, Vol. 5, Hal. 89.
- Ranka, G. K. (2011). Validating SIM-A Simulator with ARM Based Keil Software. *International Journal of Advanced Research in Computer Science*, Vol. 2, Hal. 656-657.
- Sadiman, A. S., & dkk. (2011). *Media Pendidikan: Pengertian, Pengembangan, dan Pemanfaatannya*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Santosa, B., Taxwim, Achmad, B., & Utomo, E. P. (2003). Rancang Bangun Driver Motor DC sebagai Aktuator Sistem Kendali Sumber Elektron pada MBE. *ISSN*, Hal. 34, Vol. 5, No.1.
- Saraswati, T. D. (2018). Pengembangan Trainer Mikrokontroler Arduino Uno R3 Siswa Kelas Xi Paket Keahlian Teknik Audio Video di Smk Ma'Arif Salam. *Skripsi UNY*.
- Setiawan, R., Rivai, M., & Suwito. (2017). Implementasi Analog Front End Pada Sensor Kapasitif Untuk Pengaturan Kelembaban Menggunakan Mikrokontroler STM32. *Jurnal Teknik ITS*, Vol. 6, No. 1.
- Sinaulan, O. M. (2015). Perancangan Alat Ukur Kecepatan Kendaraan. *E-Journal Teknik Elektro dan Komputer*, Hal. 63.
- STMicroelectronics. (2015). Datasheet STM32F103x8.
- STMicroelectronics. (2018). *ST life.augmented*. Diambil kembali dari ST life.augmented: <https://www.st.com> pada 23 Maret 2018
- Sugiyono. (2015). *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D)*. Bandung: Alfabeta.
- Sujarwata. (2013). Pengendali Motor Servo Berbasis Mikrokontroler Basic Stamp 2sx untuk Mengembangkan Sistem Robotika. *Angkasa Volume V*, Vol. 5, No. 1, Hal. 49.
- Vijay, J. V., & Bansode, B. (2015). ARM Processor Architecture. *International Journal of Science, Engineering and Technology Research (IJSETR)*, Vol. 4, Hal. 3385-3386.

Widarto. (2016, Maret 21). *Staff Site Universitas Negeri Yogyakarta*. Diambil kembali dari Staff Site Universitas Negeri Yogyakarta: <http://staffnew.uny.ac.id/upload/131808327/pengabdian/panduan-penyusunan-jobsheet-mapel-produktif-pada-smk.pdf>

Yuwono, Tejo, Kadarisman, & Suprpto. (2011). Pengembangan Modul Praktikum Mikrokontroler (AVR) Menggunakan Perangkat Lunak Proteus Professional V7.5 Sp3. *JPTK*, Vol. 20, Hal. 22.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik UNY

**KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
NOMOR : 184/PEKA/PB/VIII/2018**

**TENTANG
PENGANGKATAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR SKRIPSI (TAS) MAHASISWA
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

- Menimbang : a. bahwa untuk kelancaran pelaksanaan kegiatan Tugas Akhir Skripsi (TAS) mahasiswa, dipandang perlu mengangkat dosen pembimbingnya;
b. bahwa untuk keperluan sebagaimana dimaksud pada huruf a perlu menetapkan Keputusan Dekan Tentang Pengangkatan Dosen Pembimbing Tugas Akhir Skripsi (TAS) Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
- Mengingat : 1. Undang-undang RI Nomor 20 Tahun 2003 Tentang Sistem Pendidikan Nasional (Lembaran Negara Tahun 2003 Nomor 78, Tambahan Lembaran Negara Nomor 4301);
2. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2014 Tentang Penyelenggaraan Pendidikan Tinggi dan Pengelolaan Perguruan Tinggi (Lembaran Negara Tahun 2014 Nomor 16, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5500);
3. Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 93 Tahun 1999 Tentang Perubahan Institut Keguruan dan Ilmu Pendidikan menjadi Universitas;
4. Peraturan Mendiknas RI Nomor 23 Tahun 2011 Tentang Organisasi dan Tata Kerja Universitas Negeri Yogyakarta;
5. Peraturan Mendiknas RI Nomor 34 Tahun 2011 Tentang Statuta Universitas Negeri Yogyakarta;
6. Keputusan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan RI Nomor 98/MPK.A4/KP/2013 Tentang Pengangkatan Rektor Universitas Negeri Yogyakarta;
7. Peraturan Rektor Nomor 2 Tahun 2014 tentang Peraturan Akademik;
8. Keputusan Rektor Nomor 800/UN.34/KP/2016 tahun 2016 tentang Pengangkatan Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.

MEMUTUSKAN

Menetapkan : **KEPUTUSAN DEKAN TENTANG PENGANGKATAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR SKRIPSI (TAS) FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA.**

PERTAMA : Mengangkat Saudara :

Nama : Dr. Drs. Masduki Zakarijah, M.T.
NIP : 19640917 198901 1 001
Pangkat/Golongan : Penata Tk.I , II/d
Jabatan Akademik : Lektor

sebagai Dosen Pembimbing Untuk mahasiswa penyusun Tugas Akhir Skripsi (TAS) :

Nama : Hasim Ashari
NIM : 14502244005
Prodi Studi : Pend. Teknik Elektronika - S1
Judul Skripsi/TA : STM32 ARM CORTEX-M SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN MIKROKONTROLER DI PRODI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

- KEDUA : Dosen Pembimbing sebagaimana dimaksud dalam Diktum PERTAMA bertugas merencanakan, mempersiapkan, melaksanakan, dan mempertanggungjawabkan pelaksanaan kegiatan bimbingan terhadap mahasiswa sebagaimana dimaksud dalam Diktum PERTAMA sampai mahasiswa dimaksud dinyatakan lulus.
- KETIGA : Biaya yang diperlukan dengan adanya Keputusan ini dibebankan pada Anggaran DIPA Universitas Negeri Yogyakarta Tahun 2018.
- KEEMPAT : Keputusan ini berlaku sejak tanggal 27 Agustus 2018.

Tembusan Keputusan Dekan ini disampaikan kepada :

1. Para Wakil Dekan Fakultas Teknik;
 2. Kepala Bagian Tata Usaha Fakultas Teknik;
 3. Kepala Subbagian Keuangan dan Akuntansi Fakultas Teknik;
 4. Kepala Subbagian Pendidikan Fakultas Teknik;
 5. Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika Fakultas Teknik;
 6. Mahasiswa yang bersangkutan;
- Universitas Negeri Yogyakarta.

Ditetapkan di : Yogyakarta
Pada tanggal : 27 Agustus 2018

DEKAN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA,



Dr. Drs. WIDARTO, M.Pd.
NIP. 19631230 198812 1 001

Lampiran 2. Surat Izin Penelitian dari Fakultas Teknik UNY



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK**

Alamat : Kampus Karangmalang, Yogyakarta, 55281
Telp. (0274) 586168 psw. 276.289.292 (0274) 586734 Fax (0274) 586734
Laman: ft.uny.ac.id E-mail: ft@uny.ac.id, teknik@uny.ac.id

Nomor : 655/UN34.15/LT/2018
Lamp. : 1 Bendel Proposal
Hal : **Izin Penelitian**

13 September 2018

**Yth . Kaprodi Pendidikan Teknik Elektronika
Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
KAMPUS KARANGMALANG, JL. COLOMBO NO.1, KARANGGAYAM, CATUR TUNGGAL
KEC. DEPOK, SLEMAN**

Kami sampaikan dengan hormat, bahwa mahasiswa tersebut di bawah ini:

Nama : Hasim Ashari
NIM : 14502244005
Program Studi : Pend. Teknik Elektronika - S1
Judul Tugas Akhir : STM32 ARM CORTEX-M SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN
MIKROKONTROLER DI PRODI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
Tujuan : Memohon izin mencari data untuk penulisan Tugas Akhir Skripsi (TAS)
Waktu Penelitian : 24 September - 31 Oktober 2018

Untuk dapat terlaksananya maksud tersebut, kami mohon dengan hormat Bapak/Ibu berkenan inemberi izin dan bantuan seperlunya.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya kami sampaikan terima kasih.

Dekan Fakultas Teknik

Drs. Widarto, M.Pd.
NIP. 19631230 198812 1 001

Tembusan :
1. Sub. Bagian Pendidikan dan Kemahasiswaan ;
2. Mahasiswa yang bersangkutan.

Lampiran 3. Surat Permohonan Ahli Materi

Hal : Permohonan Ahli Materi
Lampiran : 1 Bendel

Kepada Yth,
Bapak Suprpto, S.Pd., M.T., Ph.D.
Dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika
di Fakultas Teknik UNY

Sehubungan dengan rencana pelaksanaan Tugas Akhir Skripsi (TAS), dengan ini saya:

Nama : Hasim Ashari
NIM : 14502244005
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika
Judul TAS : STM32 ARM Cortex-M Sebagai Media Pembelajaran Mikrokontroler di Prodi Pendidikan Teknik Elektronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

dengan hormat mohon Bapak berkenan memberikan validasi terhadap materi TAS yang telah saya susun. Sebagai bahan pertimbangan, bersama ini saya lampirkan: (1) proposal TAS, (2) kisi-kisi instrumen penelitian TAS, (3) draf instrumen penelitian TAS, dan (4) modul pembelajaran STM32 ARM Cortex-M

Demikian permohonan saya, atas bantuan dan perhatian Bapak diucapkan terima kasih.

Yogyakarta, 28 Agustus 2018
Pemohon,



Hasim Ashari
NIM. 14502244005

Mengetahui,

Kaprodi P.T. Elektronika,



Dr. Fatchul Arifin, M.T.
NIP. 19720508 199802 1 002

Pembimbing TAS,



Drs. Masduki Zakariyah, M.T.
NIP. 19640917 198901 1 001

Lampiran 4. Lembar Evaluasi Ahli Materi

**LEMBAR EVALUASI
STM32 ARM CORTEX-M SEBAGAI MEDIA
PEMBELAJARAN MIKROKONTROLER
OLEH AHLI MATERI**

Mata Kuliah : Kelompok Elektronika Industri
Sasaran : Mahasiswa Prodi Pendidikan Teknik Elektronika FT UNY
Judul Penelitian : STM32 ARM CORTEX-M Sebagai Media Pembelajaran
Mikrokontroler Di Prodi Pendidikan Teknik Elektronika
Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
Peneliti : Hasim Ashari
Evaluator : Suprpto, S.Pd., M.T., Ph.D.
Pekerjaan/Jabatan : Dosen

Deskripsi :

Lembar evaluasi ini digunakan untuk menilai STM32 ARM Cortex-M sebagai media pembelajaran mikrokontroler. Media ini digunakan sebagai pendukung pembelajaran dalam penggunaan mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M. Oleh karena itu, Bapak/Ibu sebagai ahli materi dimohon untuk memberikan tanggapan dan komentar serta saran yang membangun terhadap media pembelajaran ini.

Petunjuk :

1. Lembar evaluasi ini diisi oleh ahli materi.
2. Lembar evaluasi ini terdiri dari butir-butir pertanyaan yang memiliki empat rentang tanggapan
3. Berilah tanda (✓) pada kolom sesuai dengan pendapat anda dan keadaan yang sebenarnya dan berilah tanda samadengan (✗) untuk merubah jawaban.
4. Jawaban diberikan pada kolom skala penilaian yang sudah disediakan meliputi :
 - a. SS (Sangat Setuju)
 - b. S (Setuju)
 - c. TS (Tidak Setuju)
 - d. STS (Sangat Tidak Setuju)
5. Terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar evaluasi ini.

No.	Aspek Penilaian	Tanggapan			
		SS	S	TS	STS
Kualitas Materi					
1.	Media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M sesuai dengan silabus praktik mikrokontroler.			✓	
2.	Media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M mendukung pencapaian kompetensi dasar praktik mikrokontroler.	✓			
3.	Materi yang disajikan pada jobsheet media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M sesuai dengan teori yang sudah ada.		✓		
4.	Materi yang disajikan pada jobsheet media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M sesuai dengan media yang ada.		✓		
5.	Cakupan materi yang disajikan pada jobsheet media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M sudah mencukupi.		✓		
6.	Materi yang disajikan dalam jobsheet media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M sudah runtut.		✓		
7.	Langkah-langkah praktikum yang disajikan dalam jobsheet media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M sudah runtut.		✓		
8.	Materi yang ada pada jobsheet media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M mudah dipahami.		✓		
9.	Simbol dan gambar yang ada pada jobsheet media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M jelas dan mudah dipahami.	✓			
10.	Penyajian komponen penyusun jobsheet media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M sudah lengkap.		✓		

11.	Jobsheet media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M dilengkapi dengan tugas praktik.		✓		
12.	Konsep dan kosakata pada jobsheet media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M sesuai dengan intelektual peserta didik.		✓		
13.	Langkah kerja pada jobsheet media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M mudah dipahami.		✓		
14.	Prosedur keselamatan dan keamanan kerja sudah runtut dan mudah dipahami.		✓		
15.	Pemaparan bagian media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M mudah dipahami.		✓		
Kualitas instruksional					
16.	Penggunaan jobsheet media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M mempermudah dosen dalam menyampaikan materi.	✓			
17.	Penggunaan jobsheet media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M mempermudah mahasiswa dalam memahami materi.	✓			
18.	Penggunaan jobsheet media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M mempermudah dosen dalam proses pembelajaran.	✓			
19.	Penggunaan jobsheet media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M mempermudah mahasiswa dalam proses pembelajaran.	✓			

20.	Penggunaan jobsheet media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M mempermudah proses pembelajaran.	✓			
-----	---	---	--	--	--

Komentar dan saran

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Kesimpulan

STM32 ARM Cortex-M sebagai media pembelajaran mikrokontroler dinyatakan :

- ①. Layak untuk digunakan tanpa revisi
- 2. Layak untuk digunakan dengan revisi sesuai saran
- 3. Tidak layak digunakan

(Mohon beri tanda lingkaran pada nomer sesuai dengan kesimpulan)

Yogyakarta, 19 Agustus 2018

Validator



.....
Sugeng

Lampiran 5. Surat Pernyataan Validasi Ahli Materi

**SURAT PERNYATAAN VALIDASI
MATERI PENELITIAN TUGAS AKHIR SKRIPSI**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Suprpto, S.Pd., M.T., Ph.D.
NIP : 19750710 200501 1 002
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika

menyatakan bahwa materi TAS atas nama mahasiswa:

Nama : Hasim Ashari
NIM : 14502244005
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika
Judul TAS : STM32 ARM Cortex-M Sebagai Media Pembelajaran
Mikrokontroler di Prodi Pendidikan Teknik Elektronika
Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

Setelah dilakukan kajian atas materi TAS tersebut dapat dinyatakan:

- Layak digunakan untuk penelitian
 Layak digunakan dengan perbaikan
 Tidak layak digunakan untuk penelitian yang bersangkutan

dengan saran/perbaikan sebagaimana terlampir.

Demikian agar dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta,¹⁹ Agustus 2018

Validator,



Suprpto, S.Pd., M.T., Ph.D.

NIP. 19750710 200501 1 002

Catatan:

Beri tanda √

Lampiran 6. Surat Permohonan Ahli Media

Hal : Permohonan Ahli Media
Lampiran : 1 Bendel

Kepada Yth,
Bapak Dr. Mashoedah, S.Pd., M.T.
Dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika
di Fakultas Teknik UNY

Sehubungan dengan rencana pelaksanaan Tugas Akhir Skripsi (TAS), dengan ini saya:

Nama : Hasim Ashari
NIM : 14502244005
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika
Judul TAS : STM32 ARM Cortex-M Sebagai Media Pembelajaran Mikrokontroler di Prodi Pendidikan Teknik Elektronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

dengan hormat mohon Bapak berkenan memberikan validasi terhadap media TAS yang telah saya susun. Sebagai bahan pertimbangan, bersama ini saya lampirkan: (1) proposal TAS, (2) kisi-kisi instrumen penelitian TAS, (3) draf instrumen penelitian TAS, dan (4) media pembelajaran STM32 ARM Cortex-M

Demikian permohonan saya, atas bantuan dan perhatian Bapak diucapkan terima kasih.

Yogyakarta, 28 Agustus 2018
Pemohon,



Hasim Ashari
NIM. 14502244005

Mengetahui,

Kaprodi P.T. Elektronika,



Dr. Fatchul Arifin, M.T.
NIP. 19720508 199802 1 002

Pembimbing TAS,



Drs. Masduki Zakariyah, M.T.
NIP. 19640917 198901 1 001

Lampiran 7. Lembar Evaluasi Ahli Media

**LEMBAR EVALUASI
STM32 ARM CORTEX-M SEBAGAI MEDIA
PEMBELAJARAN MIKROKONTROLER
OLEH AHLI MEDIA**

Mata Kuliah : Kelompok Elektronika Industri
Saasaran : Mahasiswa Prodi Pendidikan Teknik Elektronika FT UNY
Judul Penelitian : STM32 ARM CORTEX-M Sebagai Media Pembelajaran
Mikrokontroler Di Prodi Pendidikan Teknik Elektronika
Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
Peneliti : Hasim Ashari
Evaluator : Dr. phil. Mashoedah, S.Pd., M.T.
Pekerjaan/Jabatan : Dosen

Deskripsi :

Lembar evaluasi ini digunakan untuk menilai STM32 ARM Cortex-M sebagai media pembelajaran mikrokontroler. Media ini digunakan sebagai pendukung pembelajaran dalam penggunaan mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M. Oleh karena itu, Bapak/Ibu sebagai ahli media dimohon untuk memberikan tanggapan dan komentar serta saran yang membangun terhadap media pembelajaran ini.

Petunjuk :

1. Lembar evaluasi ini diisi oleh ahli media.
2. Lembar evaluasi ini terdiri dari butir-butir pertanyaan yang memiliki empat rentang tanggapan
3. Berilah tanda (✓) pada kolom sesuai dengan pendapat anda dan keadaan yang sebenarnya dan berilah tanda samadengan (✗) untuk merubah jawaban.
4. Jawaban diberikan pada kolom skala penilaian yang sudah disediakan meliputi :
 - a. SS (Sangat Setuju)
 - b. S (Setuju)
 - c. TS (Tidak Setuju)
 - d. STS (Sangat Tidak Setuju)
5. Terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar evaluasi ini.

No.	Aspek Penilaian	Tanggapan			
		SS	S	TS	STS
Kualitas Tampilan					
1.	Pengaturan tata letak media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M sudah teratur.	✓			
2.	Pengaturan tata letak media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M mudah dipahami oleh dosen dan mahasiswa dalam praktikum.		✓		
3.	Kombinasi warna tulisan dan latar dalam media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M sudah sesuai.	✓			
4.	Kombinasi warna tulisan dan latar dalam media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M menarik perhatian dosen dan mahasiswa.		✓		
5.	Terdapat konsistensi penggunaan ukuran dan bentuk tulisan yang ada pada media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M.		✓		
6.	Penempatan tulisan berisi keterangan mengenai bagian pada media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M jelas dan mudah dibaca.	✓			
7.	Secara keseluruhan tulisan pada media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M rapi dan mudah dibaca.	✓			
8.	Ukuran komponen pada media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M terlihat jelas.		✓		
9.	Komponen display pada media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M terlihat jelas.		✓		

Kualitas Teknis					
10.	Media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M bekerja sesuai dengan konsep pemrograman dasar mikrokontroler.	✓			
11.	Unjuk kerja masing-masing blok pada media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M sudah bekerja dengan baik.		✓		
12.	Media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M mempunyai unjuk kerja yang stabil.		✓		
13.	Penyambungan kabel pada soket media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M dapat dilakukan dengan mudah.		✓		
14.	Secara keseluruhan pengoperasian media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M dapat digunakan dengan mudah.	✓			
15.	Media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M dikemas dengan rapi dan aman.	✓			
16.	Media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M aman untuk digunakan	✓			
Kualitas instruksional					
17.	Penggunaan media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M memberikan kesempatan bagi mahasiswa untuk menambah pengetahuan tentang mikrokontroler STM32.		✓		
18.	Penggunaan media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M meningkatkan perhatian mahasiswa.		✓		
20.	Penggunaan media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M meningkatkan motivasi belajar mahasiswa.	✓			
21.	Penggunaan media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M merangsang mahasiswa	✓			

	untuk mengaplikasikan materi yang telah dipelajari.				
22.	Penggunaan media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M memberikan keterampilan pada mahasiswa sehingga dapat diaplikasikan didunia kerja.	✓			
23.	Media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M memudahkan mahasiswa dalam memahami materi.	✓			
24.	Media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M memudahkan dosen dalam penyampaian materi.		✓		

Komentar dan saran

- Motor DC perlu ditambah perpanjang putaran
- Perlu di tambah saklar toggle ON/OFF.

Kesimpulan

STM32 ARM Cortex-M sebagai media pembelajaran mikrokontroler dinyatakan :

1. Layak untuk digunakan tanpa revisi
2. Layak untuk digunakan dengan revisi sesuai saran
3. Tidak layak digunakan

(Mohon beri tanda lingkaran pada nomer sesuai dengan kesimpulan)

Yogyakarta, 29 Agustus 2018

Validator


Masnoedah

Lampiran 8. Surat Pernyataan Validasi Ahli Media

**SURAT PERNYATAAN VALIDASI
MEDIA PENELITIAN TUGAS AKHIR SKRIPSI**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dr. Mashoedah, S.Pd., M.T.

NIP : 19701108 200212 1 003

Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika

menyatakan bahwa instrumen penelitian TAS atas nama mahasiswa:

Nama : Hasim Ashari

NIM : 14502244005

Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika

Judul TAS : STM32 ARM Cortex-M Sebagai Media Pembelajaran
Mikrokontroler di Prodi Pendidikan Teknik Elektronika
Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

Setelah dilakukan kajian atas media TAS tersebut dapat dinyatakan:

Layak digunakan untuk penelitian

Layak digunakan dengan perbaikan

Tidak layak digunakan untuk penelitian yang bersangkutan

dengan saran/perbaikan sebagaimana terlampir.

Demikian agar dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 29 Agustus 2018

Validator,



Dr. Mashoedah, S.Pd., M.T.

NIP. 19640917 198901 1 001

Catatan:

Beri tanda ✓

Lampiran 9. Lembar Evaluasi Responden (Mahasiswa) 1

LEMBAR EVALUASI
STM32 ARM CORTEX-M SEBAGAI MEDIA
PEMBELAJARAN MIKROKONTROLER
OLEH RESPONDEN (MAHASISWA)

Mata Kuliah : Kelompok Elektronika Industri
Sasaran : Mahasiswa Prodi Pendidikan Teknik Elektronika FT UNY
Judul Penelitian : STM32 ARM CORTEX-M Sebagai Media Pembelajaran
Mikrokontroler Di Prodi Pendidikan Teknik Elektronika
Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
Peneliti : Hasim Ashari
Nama Mahasiswa : KHAIRINNA SIREGAR
Prodi : D3 TEKNIK ELEKTRONIKA

Deskripsi :

Lembar evaluasi ini digunakan untuk menilai STM32 ARM Cortex-M sebagai media pembelajaran mikrokontroler. Media ini digunakan sebagai pendukung pembelajaran dalam penggunaan mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M. Oleh karena itu, Mahasiswa/Mahasiswi sebagai responden dimohon untuk memberikan tanggapan dan komentar serta saran yang membangun terhadap media pembelajaran ini.

Petunjuk :

1. Lembar evaluasi ini diisi oleh responden (Mahasiswa).
2. Lembar evaluasi ini terdiri dari butir-butir pertanyaan yang memiliki empat rentang tanggapan
3. Berilah tanda (\checkmark) pada kolom sesuai dengan pendapat anda dan keadaan yang sebenarnya dan berilah tanda samadengan (\neq) untuk merubah jawaban.
4. Jawaban diberikan pada kolom skala penilaian yang sudah disediakan meliputi :
 - a. SS (Sangat Setuju)
 - b. S (Setuju)
 - c. TS (Tidak Setuju)
 - d. STS (Sangat Tidak Setuju)
5. Terima kasih atas kesediaan Mahasiswa/Mahasiswi untuk mengisi lembar evaluasi ini.

No.	Aspek Penilaian	Tanggapan			
		SS	S	TS	STS
Kualitas Tampilan					
1.	Pengaturan tata letak media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M sudah teratur dan mudah dipahami.	✓			
2.	Kombinasi warna tulisan dan latar dalam media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M sudah sesuai dan menarik.		✓		
3.	Penempatan tulisan berisi keterangan mengenai bagian pada media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M jelas dan mudah dibaca.	✓			
4.	Secara keseluruhan tulisan pada media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M rapi dan mudah dibaca.		✓		
5.	Ukuran komponen pada media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M terlihat jelas.	✓			
Kualitas Teknis					
6.	Media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M bekerja sesuai dengan konsep pemrograman dasar mikrokontroler.	✓			
7.	Unjuk kerja masing-masing blok pada media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M sudah bekerja dengan baik.		✓		
8.	Penyambungan kabel pada soket media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M dapat dilakukan dengan mudah.	✓			
9.	Secara keseluruhan pengoperasian media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M dapat digunakan dengan mudah.	✓			
10.	Media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M dikemas dengan rapi dan aman.	✓			

Kualitas Materi					
11.	Simbol dan gambar yang ada pada jobsheet media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M jelas dan mudah dipahami.		✓		
12.	Jobsheet media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M dilengkapi dengan tugas praktik.	✓			
13.	Konsep dan kosakata pada jobsheet media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M mudah dipahami.		✓		
14.	Langkah kerja pada jobsheet media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M mudah dipahami.	✓			
Kualitas Instruksional					
15.	Penggunaan media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M memberikan kesempatan bagi mahasiswa untuk menambah pengetahuan tentang mikrokontroler STM32.		✓		
17.	Penggunaan media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M meningkatkan motivasi belajar.		✓		
18.	Penggunaan media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M memberikan keterampilan sehingga dapat diaplikasikan didunia kerja.		✓		
19.	Media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M memudahkan dalam memahami materi.		✓		

Komentar dan saran

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Yogyakarta, 9 oktober 2018
Mahasiswa


..... Khairinnisa Siregar

Lampiran 10. Lembar Evaluasi Responden (Mahasiswa) 2

LEMBAR EVALUASI
STM32 ARM CORTEX-M SEBAGAI MEDIA
PEMBELAJARAN MIKROKONTROLER
OLEH RESPONDEN (MAHASISWA)

Mata Kuliah : Kelompok Elektronika Industri
Sasaran : Mahasiswa Prodi Pendidikan Teknik Elektronika FT UNY
Judul Penelitian : STM32 ARM CORTEX-M Sebagai Media Pembelajaran
Mikrokontroler Di Prodi Pendidikan Teknik Elektronika
Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
Peneliti : Hasim Ashari
Nama Mahasiswa : *Mifta.khasanah....*
Prodi : *T. Elektronika.....*

Deskripsi :

Lembar evaluasi ini digunakan untuk menilai STM32 ARM Cortex-M sebagai media pembelajaran mikrokontroler. Media ini digunakan sebagai pendukung pembelajaran dalam penggunaan mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M. Oleh karena itu, Mahasiswa/Mahasiswi sebagai responden dimohon untuk memberikan tanggapan dan komentar serta saran yang membangun terhadap media pembelajaran ini.

Petunjuk :

1. Lembar evaluasi ini diisi oleh responden (Mahasiswa).
2. Lembar evaluasi ini terdiri dari butir-butir pertanyaan yang memiliki empat rentang tanggapan
3. Berilah tanda (✓) pada kolom sesuai dengan pendapat anda dan keadaan yang sebenarnya dan berilah tanda samadengan (✗) untuk merubah jawaban.
4. Jawaban diberikan pada kolom skala penilaian yang sudah disediakan meliputi :
 - a. SS (Sangat Setuju)
 - b. S (Setuju)
 - c. TS (Tidak Setuju)
 - d. STS (Sangat Tidak Setuju)
5. Terima kasih atas kesediaan Mahasiswa/Mahasiswi untuk mengisi lembar evaluasi ini.

No.	Aspek Penilaian	Tanggapan			
		SS	S	TS	STS
Kualitas Tampilan					
1.	Pengaturan tata letak media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M sudah teratur dan mudah dipahami.	✓			
2.	Kombinasi warna tulisan dan latar dalam media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M sudah sesuai dan menarik.	✓			
3.	Penempatan tulisan berisi keterangan mengenai bagian pada media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M jelas dan mudah dibaca.	✓			
4.	Secara keseluruhan tulisan pada media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M rapi dan mudah dibaca.	✓			
5.	Ukuran komponen pada media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M terlihat jelas.	✓			
Kualitas Teknis					
6.	Media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M bekerja sesuai dengan konsep pemrograman dasar mikrokontroler.	✓			
7.	Unjuk kerja masing-masing blok pada media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M sudah bekerja dengan baik.	✓			
8.	Penyambungan kabel pada soket media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M dapat dilakukan dengan mudah.	✓			
9.	Secara keseluruhan pengoperasian media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M dapat digunakan dengan mudah.	✓			
10.	Media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M dikemas dengan rapi dan aman.	✓			

Kualitas Materi					
11.	Simbol dan gambar yang ada pada jobsheet media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M jelas dan mudah dipahami.	✓			
12.	Jobsheet media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M dilengkapi dengan tugas praktik.	✓			
13.	Konsep dan kosakata pada jobsheet media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M mudah dipahami.	✓			
14.	Langkah kerja pada jobsheet media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M mudah dipahami.	✓			
Kualitas Instruksional					
15.	Penggunaan media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M memberikan kesempatan bagi mahasiswa untuk menambah pengetahuan tentang mikrokontroler STM32.	✓			
17.	Penggunaan media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M meningkatkan motivasi belajar.	✓			
18.	Penggunaan media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M memberikan keterampilan sehingga dapat diaplikasikan didunia kerja.		✓		
19.	Media pembelajaran mikrokontroler STM32 ARM Cortex-M memudahkan dalam memahami materi.	✓			

Komentar dan saran

..proses penginstalan software cukup rumit

..selebihnya OK =

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Yogyakarta, 9 oktober 2018

Mahasiswa



Mifta Khasanah

Lampiran 11. Hasil Uji Validitas Butir Instrumen

Responden	Butir Item X																		Y	Y ²
	Kualitas Tampilan					Kualitas teknis					Kualitas Materi				Kualitas Instruksional					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
1	4	3	4	3	4	4	4	3	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	67	4489
2	3	4	3	3	3	4	4	3	4	4	4	4	3	3	3	3	3	4	62	3844
3	4	4	4	4	4	4	3	4	3	3	4	4	4	3	4	4	4	4	68	4624
4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	3	4	4	68	4624
5	4	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	3	3	59	3481
6	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	54	2916
7	4	4	3	3	4	4	4	3	3	4	3	3	4	4	4	4	3	3	64	4096
8	4	3	3	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	65	4225
9	3	4	3	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	66	4356
10	4	4	3	3	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	3	4	67	4489
11	4	3	4	4	3	3	4	4	3	4	3	3	3	3	4	4	3	4	63	3969
12	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	72	5184
13	4	3	4	3	4	4	3	4	4	4	3	4	3	4	3	3	3	3	63	3969
14	4	3	3	4	4	3	3	4	3	4	3	3	4	4	3	4	3	3	62	3844
15	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	4	3	3	3	3	4	54	2916
16	3	3	3	4	4	4	3	4	3	4	4	3	4	3	3	3	3	3	61	3721
17	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	71	5041
18	3	3	3	3	4	4	4	4	3	4	4	3	3	3	3	3	4	4	62	3844
19	3	3	4	4	4	4	3	2	3	3	4	4	4	3	4	4	4	4	64	4096
20	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	54	2916
21	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	69	4761
Jumlah	75	73	72	74	77	77	72	74	69	77	74	74	76	74	75	75	71	76	1335	85405
Rxy	0,664	0,571	0,625	0,560	0,479	0,659	0,454	0,461	0,595	0,499	0,504	0,673	0,457	0,522	0,783	0,478	0,532	0,515		
R Tabel	0,433	0,433	0,433	0,433	0,433	0,433	0,433	0,433	0,433	0,433	0,433	0,433	0,433	0,433	0,433	0,433	0,433	0,433		
Status	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid		

Lampiran 12. Hasil Uji Reliabilitas Instrumen

Responden	Butir Item X																		Y	Y ²
	Kualitas Tampilan					Kualitas teknis					Kualitas Materi					Kualitas Instruksional				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
1	4	3	4	3	4	4	4	3	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	67	4489
2	3	4	3	3	3	4	4	3	4	4	4	4	3	3	3	3	3	4	62	3844
3	4	4	4	4	4	4	3	4	3	3	4	4	4	3	4	4	4	4	68	4624
4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	3	4	4	68	4624
5	4	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	3	3	59	3481
6	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	54	2916
7	4	4	3	3	4	4	4	3	3	4	3	3	4	4	4	4	3	3	64	4096
8	4	3	3	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	65	4225
9	3	4	3	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	66	4356
10	4	4	3	3	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	3	4	67	4489
11	4	3	4	4	3	3	4	4	3	4	3	3	3	3	4	4	3	4	63	3969
12	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	72	5184
13	4	3	4	3	4	4	3	4	4	4	3	4	3	4	3	3	3	3	63	3969
14	4	3	3	4	4	3	3	4	3	4	3	3	4	4	3	4	3	3	62	3844
15	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	4	3	3	3	3	4	54	2916
16	3	3	3	4	4	4	3	4	3	4	4	3	4	3	3	3	3	3	61	3721
17	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	71	5041
18	3	3	3	3	4	4	4	4	3	4	4	3	3	3	3	3	4	4	62	3844
19	3	3	4	4	4	4	3	2	3	3	4	4	4	3	4	4	4	4	64	4096
20	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	54	2916
21	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	69	4761
Jumlah	75	73	72	74	77	77	72	74	69	77	74	74	76	74	75	75	71	76	1335	85405
$\sum X^2$	275	259	252	266	287	287	252	268	233	287	266	266	280	266	273	273	245	280		
$O^2 b$	0,340	0,249	0,245	0,249	0,222	0,222	0,245	0,345	0,299	0,222	0,249	0,249	0,236	0,249	0,245	0,245	0,236	0,236		
$\sum O^2 b$	4,59																			
$O^2 b$	25,58																			
r11	0,862	RELIABILITAS TINGGI																		

Lampiran 13. Hasil Uji Pemakaian Oleh Responden (Mahasiswa)

No	Aspek Penilaian	Nomor Butir	Skor Maks	Responden																					Rerata Skor	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21		
1	Kualitas Tampilan	1	4	4	3	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	2	3	4	3	3	3	4	3,57		
		2	4	3	4	4	4	4	3	4	3	4	4	3	4	3	3	3	3	4	3	3	3	4	3,48	
		3	4	4	3	4	4	3	3	3	3	3	4	4	4	3	3	3	4	3	4	3	4	3,43		
		4	4	3	3	4	4	3	3	3	4	4	3	4	4	3	4	3	4	4	3	4	3	4	3,52	
		5	4	4	3	4	3	4	3	4	4	4	3	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	3,67
Jumlah			20	18	18	16	20	19	18	15	18	18	17	18	18	20	18	18	14	17	20	16	18	15	20	
2	Kualitas Teknis	6	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	4	3	4	4	3	3	4	4	4	3	4	3,67		
		7	4	4	4	3	4	3	3	4	3	3	4	4	4	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3,43	
		8	4	3	3	4	4	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	2	3	4	3,52	
		9	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4	4	3	2	3	4	3	3	3	4	3,29
		10	4	3	4	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	3	4	3,67	
Jumlah			20	18	18	19	17	19	15	15	18	17	18	19	18	20	19	17	14	18	20	19	15	15	19	
3	Kualitas Materi	11	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	3	3	4	3	3	3	4	4	4	3	3	3,52		
		12	4	3	4	4	4	3	3	3	4	4	4	3	4	4	3	3	3	4	3	4	3	4	3,52	
		13	4	4	3	4	3	3	3	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	3	4	3	4	3,62	
		14	4	4	3	3	4	4	3	4	4	3	4	3	4	4	4	3	3	4	3	3	3	4	3,52	
Jumlah			16	15	15	14	15	15	13	12	14	16	15	15	12	16	14	14	13	14	16	13	15	12	15	
4	Kualitas Instruksional	15	4	4	3	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	4	3	4	3	4	3,57	
		16	4	4	3	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4	3	3	4	3	4	3	3	3,57	
		17	4	4	3	4	4	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	4	4	3	4	3,38	
		18	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	4	4	4	3	3	4	3	4	4	4	3	4	3,62	
Jumlah			16	16	15	13	12	14	16	12	13	12	15	14	16	15	12	13	14	15	15	13	16	14,14		
Jumlah Total																									63,57	

Lampiran 14. Dokumentasi Penelitian

