



**RANCANG BANGUN *TRAINER* ELEKTRONIKA
DIGITAL ENKODER DAN DEKODER SEBAGAI
MEDIA PEMBELAJARAN TEKNIK ELEKTRONIKA
DASAR JURUSAN TAV SMK N 1 MAGELANG**

Skripsi

**diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknik Elektro**

Oleh

Mifta Aulia Nasya

NIM.5301415019

**PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2020**

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi dengan judul “Rancang Bangun *Trainer* Elektronika Digital Enkoder dan Dekoder sebagai Media Pembelajaran Teknik Elektronika Dasar Jurusan TAV SMK N 1 Magelang” telah dipertahankan di depan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik UNNES pada tanggal 16 bulan Januari tahun 2020.

Oleh :

Nama : Mifta Aulia Nasya
NIM : 5301415019
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektro

Panitia :

Ketua

Ir. Ulfah Mediaty Arief M.T., IPM
NIP. 196605051998022001

Sekretaris

Drs. Ir. Sri Sukamta, M.Si., IPM
NIP. 196505081991031003

Penguji I,

Drs. Slamet Seno Adi, M.pd., M.T.
NIP. 195812181985031004

Penguji II,

Khoirudin Fathoni, S.T., M.T.
NIP. 199009292015041001

Penguji III / Pembimbing,

Drs Agus Murnomo, M.T.
NIP. 195506061986031002

Mengetahui:

Dekan Fakultas Teknik UNNES



Drs. Nur Qudus, M.T., IPM
NIP. 196911301994031001

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini, adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Semarang (UNNES) maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Pembimbing dan masukan Tim Penguji.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Semarang, 2 Januari 2020

Yang membuat pernyataan,



Mifta Aulia Nasya

NIM. 5301415019

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

- ✚ “Ya Tuhan kami. Berikanlah rahmat kepada kami dari sisi-Mu dan sempurnakanlah petunjuk yang lurus bagi kami dalam urusan kami.”
- ✚ “Sungguh, Allah beserta orang-orang yang sabar.”

PERSEMBAHAN

- ✚ Ayah dan ibu, Bapak Ismardiyono dan Ibu Sunarti yang senantiasa mencurahkan doa dan kasih sayang tulus serta memberi semangat yang sangat dahsyat.
- ✚ Keluarga dan kerabat yang senantiasa memberikan berbagai macam dukungan yang sangat bermanfaat.
- ✚ Teman seperjuangan, Pendidikan Teknik Elektro 2015.
- ✚ Seluruh sahabat dan teman-teman yang hadir dalam perjalanan kehidupan yang senantiasa memberikan pertolongan dengan tulus.

RINGKASAN

Mifta Aulia Nasya. 2020. Rancang Bangun *Trainer* Elektronika Digital Enkoder dan Dekoder sebagai Media Pembelajaran Teknik Elektronika Dasar Jurusan TAV SMK N 1 Magelang. Drs. Agus Murnomo, M.T. Program Studi Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.

Pembelajaran praktikum di SMK N 1 Magelang belum sepenuhnya maksimal karena peralatan yang terbatas, sehingga peneliti membuat suatu alat untuk jurusan TAV berupa *Trainer* Elektronika Digital Enkoder dan Dekoder dengan tujuan mengetahui kelayakan dan kemudahan penggunaan *trainer*.

Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D). Langkah awal merancang dan membangun *trainer* elektronika digital enkoder dan dekoder, kemudian *trainer* tersebut dipergunakan saat praktikum oleh siswa kelas X. Penelitian terfokus menguji kelayakan dan kemudahan penggunaan *trainer* oleh 36 responden yaitu 2 dosen, 2 guru, dan 32 siswa dengan memberikan angket yang sudah divalidasi oleh ahli instrumen.

Hasil penelitian berupa kelayakan oleh 2 dosen dan 2 guru dengan aspek pengoperasian *trainer* sebesar 96,25%, aspek kerapian pengemasan media sebesar 93,75%, aspek kejelasan huruf dan gambar *trainer* sebesar 96,25%, aspek modul praktikum sebesar 93,57%, dan aspek *jobsheet* praktikum sebesar 94,17% dengan rata-rata aspek sebesar 94,60% memperoleh kategori “sangat layak”. Hasil uji kemudahan penggunaan *trainer* oleh 32 siswa dengan aspek kemudahan penggunaan *trainer* memperoleh hasil sebesar 87,81%, aspek mempermudah pemahaman siswa sebesar 90%, aspek tampilan *trainer* sebesar 91,88%, aspek modul praktikum sebesar 85%, dan aspek *jobsheet* praktikum sebesar 84,58% dengan rata-rata aspek sebesar 87,81% memperoleh kategori “sangat mudah”.

Kata kunci: *Trainer, Digital, R&D, Uji Kelayakan, Uji Kemudahan, Angket*

PRAKATA

Segala puji syukur kehadiran Allah Tuhan semesta alam yang telah melimpahkan karunia-Nya, sehingga skripsi dengan judul “Rancang Bangun *Trainer* Elektronika Digital Enkoder dan Dekoder sebagai Media Pembelajaran Teknik Elektronika Dasar Jurusan TAV SMK N 1 Magelang” dapat diselesaikan.

Penyelesaian karya tulis ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini disampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Orang tua tercinta, Bapak Ismardiyono dan Ibu Sunarti.
2. Drs. Agus Murnomo, M.T., pembimbing yang penuh perhatian, selalu memberikan bimbingan, dan menunjukkan sumber-sumber yang relevan sehingga sangat membantu penulisan karya tulis ini.
3. Dr. Nur Qudus, M.T., IPM, Dekan Fakultas Teknik, Ir. Ulfah Mediaty Arief M.T., IPM., Ketua Jurusan Teknik Elektro dan Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Elektro, atas fasilitas yang disediakan bagi mahasiswa.
4. Drs. Nisandi, M.T., Kepala SMK Negeri 1 Magelang yang memberi izin penelitian.
5. Drs. Slamet Seno Adi, M.pd., M.T. dan Khoirudin Fathoni, S.T., M.T., selaku penguji I dan penguji II yang telah memberi saran, perbaikan, tanggapan, dan pertanyaan sehingga menambah kualitas karya tulis ini.

Semoga dengan penyusunan skripsi ini dapat bermanfaat bagi orang lain terutama dalam pelaksanaan praktikum elektronika bagi siswa Sekolah Menengah Kejuruan.

Semarang, 2 Januari 2020

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iv
RINGKASAN	v
PRAKATA	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	3
1.3 Pembatasan Masalah.....	3
1.4 Rumusan Masalah.....	4
1.5 Tujuan Penelitian	4
1.6 Manfaat Penelitian	5
1.7 Spesifikasi Produk yang Dikembangkan	5
1.8 Asumsi dan Keterbatasan Pengembangan	6
BAB II. LANDASAN TEORI	7
2.1 Deskripsi Teoritik	7
2.1.1 Belajar	7
2.1.2 Media Pembelajaran.....	8
2.1.3 Besaran Digital.....	9
2.1.4 Gerbang Logika Dasar	9

	Halaman
2.1.5 Aljabar Boolean	13
2.1.6 Sistem Bilangan Digital	13
2.1.7 Sistem Bilangan Pengkode Biner (<i>Binary Encoding</i>).....	15
2.1.8 Enkoder dan Dekoder	15
2.1.9 <i>Seven Segment</i>	20
2.1.10 <i>Power Supply</i>	21
2.1.11 Indikator Penilaian <i>Trainer</i>	22
2.2 Kajian Penelitian yang Relevan.....	23
2.3 Kerangka Pikir	25
2.4 Hipotesis Penelitian	26
BAB III. METODE PENELITIAN	27
3.1 Model Pengembangan	27
3.2 Prosedur Pengembangan.....	28
3.3 Uji Coba Produk	36
3.3.1 Desain Uji Coba.....	36
3.3.2 Subyek Uji Coba.....	37
3.3.3 Jenis Data.....	37
3.3.4 Instrumen Pengumpul Data.....	38
3.3.5 Teknik Analisis Data.....	39
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	43
4.1 Hasil Penelitian.....	43
4.1.1 Hasil <i>Trainer</i> Elektronika Digital Enkoder dan Dekoder	43
4.1.2 Hasil <i>Jobsheet</i> Praktikum dan Modul Praktikum	44
4.1.3 Hasil Uji Kelayakan dan Kemudahan Penggunaan <i>Trainer</i>	46
4.1.4 Analisis Data Uji Kelayakan <i>Trainer</i>	46
4.1.5 Analisis Data Uji Kemudahan Penggunaan <i>Trainer</i>	48

	Halaman
4.1.6 Hasil Pengujian Kinerja <i>Trainer</i>	51
4.2 Pembahasan	57
4.2.1 Pembahasan Pengujian <i>Trainer</i>	57
4.2.2 Pembahasan Hasil Kinerja Keseluruhan Rangkaian <i>Trainer</i> ...	57
BAB V. SIMPULAN DAN SARAN	59
5.1 Simpulan Tentang Produk	59
5.2 Saran	60
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN	64

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Tabel Kebenaran Gerbang AND.....	10
Tabel 2.2. Tabel Kebenaran Gerbang OR.....	11
Tabel 2.3. Tabel Kebenaran Gerbang NOT	11
Tabel 2.4. Tabel Kebenaran Gerbang NAND.....	12
Tabel 2.5. Tabel Kebenaran Gerbang NOR.....	13
Tabel 2.6. Tabel Kebenaran Rangkaian Enkoder.....	17
Tabel 2.7. Tabel Kebenaran Rangkaian Dekoder	19
Tabel 3.1. Kisi-Kisi Angket Uji Kelayakan <i>Trainer</i>	38
Tabel 3.2. Kisi-Kisi Angket Uji Kemudahan Penggunaan <i>Trainer</i>	39
Tabel 3.3. Skala Likert	40
Tabel 3.4. Interval Kelayakan <i>Trainer</i>	42
Tabel 3.5. Interval Kemudahan Penggunaan <i>Trainer</i>	42
Tabel 4.1. Hasil Presentase Uji Kelayakan <i>Trainer</i>	48
Tabel 4.2. Hasil Presentase Uji Kemudahan Penggunaan <i>Trainer</i>	50
Tabel 4.3. Hasil Kinerja <i>Trainer</i> Rangkaian Gerbang Logika Dasar	51
Tabel 4.4. Hasil Kinerja <i>Trainer</i> Rangkaian Enkoder	53
Tabel 4.5. Hasil Kinerja <i>Trainer</i> Rangkaian Dekoder	54
Tabel 4.6. Hasil Kinerja <i>Trainer</i> Rangkaian Enkoder-Dekoder	56
Tabel 4.7. Hasil Kinerja Keseluruhan Rangkaian pada <i>Trainer</i>	58

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Simbol Gerbang AND.....	10
Gambar 2.2. Simbol Gerbang OR.....	11
Gambar 2.3. Simbol Gerbang NOT.....	12
Gambar 2.4. Simbol Gerbang NAND.....	12
Gambar 2.5. Simbol Gerbang NOR.....	13
Gambar 2.6. Rangkaian Enkoder dengan <i>Output</i> LED.....	16
Gambar 2.7. <i>Datasheet</i> IC 74LS147.....	16
Gambar 2.8. Rangkaian Dekoder dengan <i>Output Seven Segment</i>	18
Gambar 2.9. <i>Datasheet</i> IC 74LS48.....	19
Gambar 2.10. Rangkaian Kombinasi Enkoder dan Dekoder.....	20
Gambar 2.11. <i>Seven Segment</i>	21
Gambar 2.12. Kerangka Pikir.....	25
Gambar 3.1. Tahap Metode R&D (Sumber : Sugiyono, 2013:409).....	27
Gambar 3.2. Prosedur Pengembangan.....	28
Gambar 3.3. Desain <i>Layout Trainer</i>	32
Gambar 3.4. Desain Lubang Akrilik <i>Trainer</i>	33
Gambar 3.5. Desain PCB <i>Trainer</i>	34
Gambar 3.6. Desain Dimensi <i>Trainer</i>	35
Gambar 3.7. Desain Penyangga <i>Trainer</i>	35
Gambar 4.1. Hasil <i>Trainer</i> Elektronika Digital Enkoder dan Dekoder.....	44
Gambar 4.2. Hasil Kabel <i>Connector Trainer</i>	44
Gambar 4.3. Desain <i>Jobsheet</i> Praktikum.....	45
Gambar 4.4. Desain Modul Praktikum.....	45
Gambar 4.5. Grafik Hasil Presentase Uji Kelayakan <i>Trainer</i>	48
Gambar 4.6. Grafik Hasil Presentase Uji Kemudahan Penggunaan <i>Trainer</i> ...	50

	Halaman
Gambar 4.7. Simulasi Rangkaian Enkoder	52
Gambar 4.8. Simulasi Rangkaian Dekoder	53
Gambar 4.9. Simulasi Rangkaian Enkoder-Dekoder	55

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data Ahli Uji dan Skor Uji Kelayakan <i>Trainer</i>	65
Lampiran 2. Data Siswa dan Skor Uji Kemudahan Penggunaan <i>Trainer</i>	67
Lampiran 3. Angket Uji Kelayakan <i>Trainer</i> oleh Ahli	69
Lampiran 4. Angket Tanggapan Siswa	74
Lampiran 5. <i>Jobsheet</i> Praktikum.....	79
Lampiran 6. Modul Praktikum.....	110
Lampiran 7. Dokumentasi.....	124

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) merupakan salah satu lembaga pendidikan yang mengarahkan peserta didik mempunyai keahlian profesional untuk mempersiapkan diri memasuki dunia kerja. Pendidikan harus terus ditingkatkan agar menciptakan Sumber Daya Manusia (SDM) yang bermutu dan berkualitas sehingga generasi muda mempunyai wawasan luas, kemampuan, dan keterampilan sesuai bidang yang ditekuni. Proses pembelajaran adalah kegiatan utama dalam ranah pendidikan untuk mencapai tujuan belajar, sehingga dalam penyampaian seorang pendidik dituntut untuk menerapkan metode pembelajaran yang tepat. Akan tetapi, kegiatan belajar mengajar tentu menjumpai beberapa permasalahan salah satunya adalah keterbatasan media pembelajaran yang digunakan.

Sekolah kejuruan sedikit berbeda dengan jenjang pendidikan menengah yang lain karena kegiatan belajar dilakukan dengan dua tahap yaitu pembelajaran teori dan pembelajaran produktif. Salah satu sekolah kejuruan yaitu SMK N 1 Magelang, yang mana terdapat Jurusan TAV dengan beberapa mata pelajaran diantaranya adalah mata pelajaran Teknik Elektronika Dasar untuk kelas X. Berdasarkan silabus mata pelajaran terkait sesuai kurikulum 2013, terdapat kompetensi dasar diantaranya memahami sistem bilangan pengkode biner (*binary encoding*), menerapkan sistem bilangan pengkode

biner (*binary encoding*), memahami konsep dasar rangkaian logika digital, dan menggunakan rangkaian gerbang dasar logika digital.

Berbagai produk elektronika canggih dikembangkan dengan teknologi elektronika digital salah satunya adalah komputer yang dibangun dari rangkaian digital dengan sekelompok gerbang logika (*logic gate*) (Puspitasari dan Rakhmawati, 2013). Elektronika digital digunakan di semua bidang elektronik dan sebagian besar industri mesin dan kendaraan bermotor (Theint & Tun, 2014). Menurut (Fuada, 2016) dalam memahami elektronika digital, selain membutuhkan suatu kemampuan berfikir yang sistematis tentunya membutuhkan suatu alat bantu pengajaran sebagai pemenuhan kebutuhan laboratorium.

Berdasarkan hasil pengamatan di Jurusan TAV SMK N 1 Magelang pada tanggal 18 Februari 2019 dengan mengamati kegiatan pembelajaran peserta didik baik teori maupun praktikum dan tanya jawab terhadap guru yang bersangkutan bahwa terdapat kendala saat proses pembelajaran yaitu kegiatan praktikum yang kurang optimal karena belum tersedia alat praktikum berupa *trainer*. Setelah tanya jawab dengan guru terkait dilakukan terdapat masukan tentang pembuatan *trainer* agar di dalamnya terdapat rangkaian enkoder dan dekoder, oleh karena itu untuk mengatasi keterbatasan media di SMK N 1 Magelang maka penelitian ini akan melakukan rancang bangun sebuah alat peraga pembelajaran dengan judul **“Rancang Bangun *Trainer* Elektronika Digital Enkoder dan Dekoder sebagai Media Pembelajaran Teknik Elektronika Dasar Jurusan TAV SMK N 1 Magelang”**.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, ditemukan beberapa kendala pembelajaran Teknik Elektronika Dasar di SMK N 1 Magelang yaitu sebagai berikut:

- 1.2.1 Peserta didik menggunakan alat praktikum sederhana.
- 1.2.2 Terbatasnya alat praktikum yang digunakan pada mata pelajaran Teknik Elektronika Dasar.

1.3 Pembatasan Masalah

Agar menghindari pembahasan yang terlalu luas, maka dibuat batasan-batasan sebagai berikut:

- 1.3.1 Pembuatan alat akan diterapkan pada pelajaran Teknik Elektronika Dasar kelas X di Jurusan TAV SMK N 1 Magelang.
- 1.3.2 Pembuatan *Trainer* Elektronika Digital Enkoder dan Dekoder akan dilakukan uji kelayakan alat dan uji kemudahan penggunaan alat pada kegiatan praktikum Teknik Elektronika Dasar di Jurusan TAV SMK N 1 Magelang.
- 1.3.3 Media pembelajaran *trainer* berisi rangkaian-rangkaian digital menurut beberapa kompetensi dasar (KD) pada silabus Teknik Elektronika Dasar, yaitu memahami sistem bilangan pengkode biner (*binary encoding*), menerapkan sistem bilangan pengkode biner (*binary encoding*), memahami konsep dasar rangkaian logika digital, dan menggunakan rangkaian gerbang dasar logika digital.

- 1.3.4 *Jobsheet* praktikum dan modul praktikum terfokus pada kompetensi dasar di silabus berkaitan dengan *trainer* yang akan dibuat.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah yang ditetapkan, maka muncul permasalahan sebagai berikut:

- 1.4.1 Apakah *Trainer* Elektronika Digital Enkoder dan Dekoder layak digunakan untuk mendukung praktikum Teknik Elektronika Dasar di Jurusan TAV SMK N 1 Magelang?
- 1.4.2 Apakah *Trainer* Elektronika Digital Enkoder dan Dekoder mudah digunakan oleh siswa saat praktikum Teknik Elektronika Dasar di Jurusan TAV SMK N 1 Magelang?

1.5 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian yang akan dicapai yaitu:

- 1.5.1 Mengetahui kelayakan *Trainer* Elektronika Digital Enkoder dan Dekoder yang digunakan sebagai pendukung praktikum Teknik Elektronika Dasar di Jurusan TAV SMK N 1 Magelang.
- 1.5.2 Mengetahui kemudahan penggunaan *Trainer* Elektronika Digital Enkoder dan Dekoder oleh siswa saat praktikum Teknik Elektronika Dasar di Jurusan TAV SMK N 1 Magelang.

1.6 Manfaat Penelitian

Penelitian pembuatan *Trainer* Elektronika Digital Enkoder dan Dekoder sebagai media pembelajaran di Jurusan TAV SMK N 1 Magelang ini diharapkan mempunyai manfaat diantaranya:

- 1.6.1 Mempermudah siswa pada kegiatan praktikum dan meningkatkan pemahaman siswa mengenai materi elektronika digital.
- 1.6.2 Mempermudah guru dalam melaksanakan kegiatan belajar terutama kegiatan produktif.
- 1.6.3 Pembuatan alat dapat mendukung kegiatan praktikum di Jurusan TAV SMK N 1 Magelang.

1.7 Spesifikasi Produk yang Dikembangkan

Spesifikasi produk yang akan dikembangkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1.7.1 Produk ini dikembangkan sebagai media pembelajaran di Jurusan TAV SMK N 1 Magelang.
- 1.7.2 *Trainer* berbahan akrilik tebal sehingga tidak mudah pecah.
- 1.7.3 Desain *trainer* efisien.
- 1.7.4 Terdapat beberapa jenis IC supaya memperluas pemahaman komponen digital bagi siswa.
- 1.7.5 Terdapat *jobsheet* praktikum dan modul praktikum elektronika digital enkoder dan dekoder yang dapat digunakan sebagai panduan praktikum dengan menggunakan *trainer* tersebut.

1.8 Asumsi dan Keterbatasan Pengembangan

Asumsi dan keterbatasan pengembangan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1.8.1 Asumsi Pengembangan

Pengembangan media pembelajaran dapat mempermudah peserta didik dan pendidik dalam hal ini guru pengampu yang berkaitan dalam proses belajar pada mata pelajaran Teknik Elektronika Dasar khususnya pada materi elektronika digital.

1.8.2 Keterbatasan Pengembangan

Keterbatasan waktu yang dimiliki peneliti sehingga subyek uji coba penelitian hanya peserta didik yang mendapatkan mata pelajaran Teknik Elektronika Dasar di Jurusan Teknik Audio Video SMK N 1 Magelang.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Deskripsi Toritik

2.1.1 Belajar

Pengertian belajar menurut (Pane dan Dasopang, 2017) merupakan aktivitas secara sadar yang mengacu pada keaktifan seseorang dalam melakukan aspek fisik (secara tampak) berhubungan dengan jasmani dan aspek mental berhubungan dengan otak manusia (secara tidak tampak). Belajar juga dapat diartikan sebagai interaksi individu dengan lingkungan yang memungkinkan individu memperoleh pengetahuan.

(Slameto, 2003 dalam Hamdu dan Agustina, 2011) mengatakan bahwa belajar adalah serangkaian kegiatan jiwa dan raga guna mendapatkan perubahan tingkah laku manusia, melibatkan interaksi dengan lingkungan yang menyangkut beberapa aspek yaitu aspek afektif, aspek kognitif, dan aspek psikomotorik. Proses belajar adalah suatu proses kompleks yang terjadi pada setiap manusia dan berlangsung seumur hidup. Banyak kemampuan yang didapatkan dari proses belajar berkaitan dengan pengalaman setiap individu.

(Rachmayani, 2014) salah satu pilar belajar yang terdapat pada kurikulum pendidikan Indonesia adalah belajar untuk membangun dan menemukan jati diri melalui proses pembelajaran yang aktif, kreatif, efektif, dan menyenangkan (Depdiknas, 2006). Proses belajar dalam ranah pendidikan tentunya tak jarang siswa menemui kesulitan saat belajar di sekolah. Ada

beberapa jenis kesulitan belajar diantaranya beberapa gangguan dalam berbicara, menyimak, membaca, menulis, dan berhitung akibat faktor internal individu itu sendiri (Suryani, 2010). Untuk meminimalisir kesulitan-kesulitan belajar siswa tentunya proses belajar harus dilakukan semenarik mungkin, mudah dipahami, dan ditunjang fasilitas belajar dan media pembelajaran yang sesuai.

2.1.2 Media Pembelajaran

(Muhson, 2010) media adalah apa saja yang dapat digunakan untuk menyalurkan informasi dari sumber informasi ke penerima informasi, sedangkan media pembelajaran adalah perangkat lunak (*software*) berupa informasi pendidikan yang disajikan dengan suatu alat bantu atau perangkat keras (*hardware*) agar informasi tersebut dapat tersampaikan dengan baik dan diterima oleh peserta didik.

(Wibisono dan Lies, 2010) menyatakan media pembelajaran disebut juga alat audio visual, yaitu alat yang dapat dipakai dan didengar dalam proses pembelajaran agar komunikasi guru terhadap siswa lebih akurat dan merangsang motivasi siswa untuk terus belajar, agar siswa tidak mudah bosan dalam melakukan suatu proses pembelajaran. Pemilihan media pembelajaran sesuai dengan teori yang akan disampaikan oleh guru akan mempermudah siswa memperjelas makna teori tersebut sehingga pemahaman siswa terhadap pembelajaran lebih cepat tercapai. Selain itu, dengan media pembelajaran baik

guru maupun siswa lebih terbantu karena pembelajaran menjadi lebih konkret sehingga timbul respon-respon positif dari siswa terhadap suatu pembelajaran.

Media pembelajaran sangat beragam jenisnya, diantaranya berupa media proyeksi, alat bantu praktikum, *flowchart*, gambar, simulator, media interaktif, dan lain-lain sehingga dapat membangkitkan minat siswa untuk belajar lebih giat dan berdampak positif terhadap psikologis peserta didik (Pritandhari dan Ratnawuri, 2015).

2.1.3 Besaran Digital

Besaran digital adalah suatu bentuk pulsa dengan sistem yang digunakan adalah sistem bilangan biner yang terdiri dari 2 besaran tegangan, yaitu tegangan *High* dengan logika “1” dan tegangan *Low* dengan logika “0”. Tegangan *High* sebesar 5 Volt dan Tegangan *Low* sebesar 0 Volt.

2.1.4 Gerbang Logika Dasar

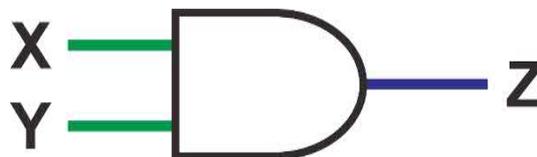
Gerbang logika dasar yaitu jenis-jenis komponen dasar yang mendasari rangkaian elektronika digital dengan 1 *input* atau lebih namun hanya menghasilkan 1 *output* berupa tegangan *High* atau *Low* yang dinyatakan dalam sebuah tabel bernama tabel kebenaran. Rangkaian logika umumnya menggunakan gerbang-gerbang logika yang terintegrasi dalam 1 komponen IC. Beberapa jenis gerbang logika dasar diantaranya adalah gerbang AND, gerbang OR, gerbang NOT, gerbang NAND, dan gerbang NOR.

1. Gerbang AND (*AND Gate*)

Gerbang ini mempunyai dua *input* atau lebih dimana *output* akan bernilai 1 apabila semua masukan bernilai 1, sedangkan *output* akan bernilai 0 apabila salah satu atau semua masukan bernilai 0. Fungsi gerbang ini dituliskan dengan $Z = X.Y$. Berikut tabel kebenaran dan simbol gerbang AND.

Tabel 2.1. Tabel Kebenaran Gerbang AND

INPUT		OUTPUT
X	Y	Z
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



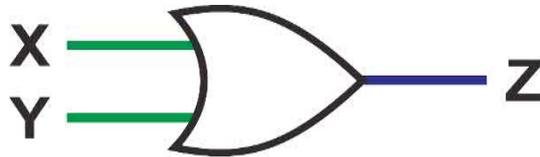
Gambar 2.1. Simbol Gerbang AND

2. Gerbang OR (*OR Gate*)

Gerbang ini mempunyai dua *input* atau lebih dimana *output* akan bernilai 1 apabila salah satu atau semua masukan bernilai 1, sedangkan *output* akan bernilai 0 apabila semua masukan bernilai 0. Fungsi gerbang ini dituliskan dengan $Z = X + Y$. Berikut tabel kebenaran dan simbol gerbang OR.

Tabel 2.2. Tabel Kebenaran Gerbang OR

INPUT		OUTPUT
X	Y	Z
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

**Gambar 2.2.** Simbol Gerbang OR

3. Gerbang NOT (*Inverter*)

Gerbang ini hanya memerlukan 1 *input* dan menghasilkan 1 *output*.

Gerbang ini disebut juga dengan *inverter* (pembalik) karena nilai *output*

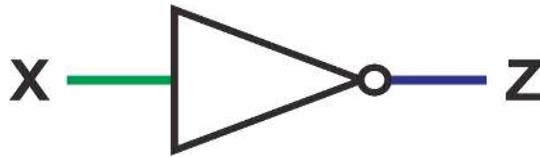
yang dihasilkan adalah kebalikan dari nilai *input*. Fungsi gerbang ini

dituliskan dengan $Z = \bar{X}$. Berikut tabel kebenaran dan simbol gerbang

NOT.

Tabel 2.3. Tabel Kebenaran Gerbang NOT

INPUT	OUTPUT
X	Z
0	1
1	0



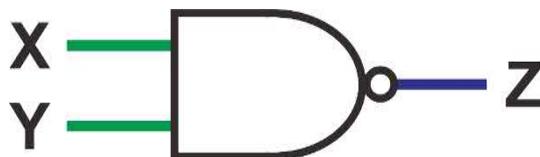
Gambar 2.3. Simbol Gerbang NOT

4. Gerbang NAND (NAND Gate)

Gerbang NAND adalah kombinasi dari gerbang NOT dan gerbang AND, dimana *output* yang dihasilkan adalah kebalikan dari *output* gerbang AND. *Output* akan bernilai 0 apabila semua *input* bernilai 1 selain itu *output* akan bernilai 1. Fungsi gerbang ini dituliskan dengan $Z = \overline{X \cdot Y}$. Berikut tabel kebenaran dan simbol gerbang NAND.

Tabel 2.4. Tabel Kebenaran Gerbang NAND

INPUT		OUTPUT
X	Y	Z
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0



Gambar 2.4. Simbol Gerbang NAND

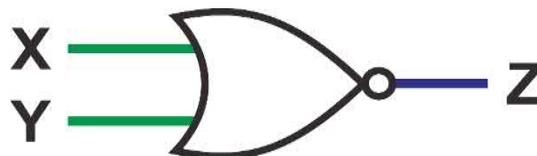
5. Gerbang NOR (NOR Gate)

Gerbang NOR adalah kombinasi dari gerbang NOT dan gerbang OR, dimana *output* yang dihasilkan adalah kebalikan dari *output* gerbang OR.

Output akan bernilai 1 apabila semua *input* bernilai 0 selain itu *output* akan bernilai 0. Fungsi gerbang ini dituliskan dengan $Z = \overline{X + Y}$. Berikut tabel kebenaran dan simbol gerbang NOR.

Tabel 2.5. Tabel Kebenaran Gerbang NOR

INPUT		OUTPUT
X	Y	Z
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0



Gambar 2.5. Simbol Gerbang NOR

2.1.5 Aljabar Boolean

(Prasetyo dan Nurhayati, 2015) pengertian Aljabar Boolean adalah persamaan logika dasar untuk menyederhanakan rangkaian logika digital. Aljabar Boolean berlaku pada variabel yang sifatnya diskrit yang terdapat pada rangkaian logika.

2.1.6 Sistem Bilangan Digital

Sistem bilangan digital ada 4 macam yaitu bilangan desimal, bilangan biner, bilangan oktal, dan bilangan hexadesimal.

1. Bilangan Desimal

Bilangan desimal adalah bilangan berbasis 10 dengan nilai 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, dan 9. Besar nilai bilangan desimal ditentukan oleh posisi bilangan tersebut. Contoh bilangan desimal 275 mempunyai bobot bilangan yang berbeda, dimana angka 5 menunjukkan satuan (10_0), angka 7 menunjukkan puluhan (10_1), dan angka 2 menunjukkan ratusan (10_2).

2. Bilangan Biner

Bilangan biner adalah bilangan berbasis dua dengan nilai 0 dan 1 yang mana bilangan biner adalah dasar bilangan berbasis digital dengan notasi $(n)^2$. Digit biner disebut juga Bit atau *Binary Digit*. Contoh penulisan bilangan biner adalah 10101010, bit paling kanan yaitu 0 adalah bit yang kurang signifikan disebut dengan *Least Significant Bit (LSB)* sedangkan bit paling kiri yaitu 1 adalah bit paling signifikan disebut dengan *Most Significant Bit (MSB)*.

3. Bilangan Oktal

Bilangan oktal adalah bilangan berbasis 8 dengan nilai 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, dan 7. Proses konversi bilangan oktal dikelompokkan menjadi 3-bit yang berasal dari bilangan biner.

4. Bilangan Hexadesimal

Bilangan hexadesimal adalah bilangan berbasis 16 dengan nilai 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, dan F. Notasi A menyatakan nilai 10, B untuk nilai 11, C untuk nilai 12, D untuk nilai 13, E untuk nilai 14, dan F untuk nilai 15.

2.1.7 Sistem Bilangan Pengkode Biner (*Binary Encoding*)

Banyak peralatan elektronik seperti telepon genggam, kalkulator, komputer, dan sebagainya menggunakan pengolahan data bilangan biner untuk menghubungkan perhitungan logika perangkat digital. Seperti yang kita ketahui manusia umumnya lebih memahami bilangan desimal, oleh karena itu diperlukan sistem pengkodean bilangan biner ke bilangan desimal yang biasa disebut dengan BCD. Sistem BCD (*Binary Coded Decimal*) atau bilangan desimal terkode bilangan biner menyatakan setiap 10 angka desimal sebagai kode 4-bit yang berfungsi sebagai *outputting display* seperti *display numeric* dengan angka (0 hingga 9), salah satunya *seven segment display* (Wijaya Widjanarka N, 2006:16).

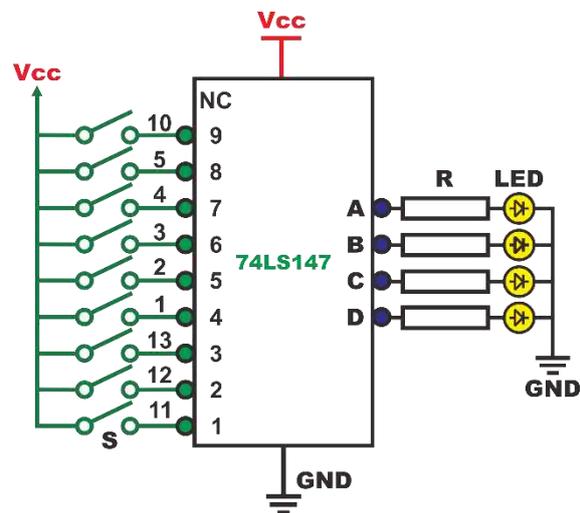
2.1.8 Enkoder dan Dekoder

Enkoder adalah suatu gerbang digital yang dikombinasikan menjadi suatu rangkaian dalam bentuk IC yang menghasilkan sedikit *ouput* berupa bilangan biner dengan beberapa *input* berupa bilangan desimal sedangkan dekoder adalah kebalikannya yaitu suatu rangkaian yang mengkode atau merubah *input* berupa bilangan biner menjadi *output* berupa bilangan desimal (Sugiartowo dan Ambo, 2018).

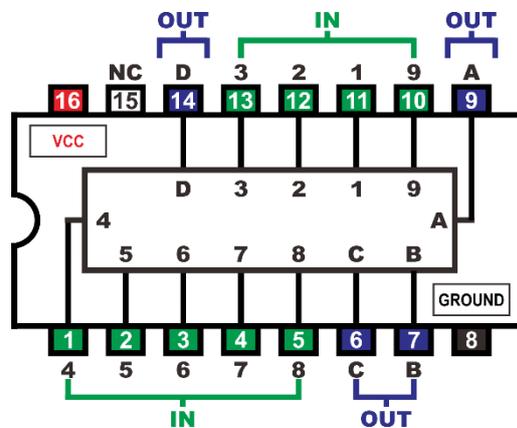
1. Enkoder

Rangkaian enkoder pada *trainer* menggunakan IC 74LS147 (10 to 4 *encoder*) yaitu enkoder dengan 10 jalur *input* dan 4 jalur *output* yang berfungsi merubah *input* desimal (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, dan 9) menjadi 4

bit biner. Percobaan yang dilakukan yaitu merangkai rangkaian enkoder dan menghubungkan dengan *output* berupa LED. Berikut rangkaian percobaan, *datasheet* IC 74LS147, dan tabel kebenaran IC 74LS147.



Gambar 2.6. Rangkaian Enkoder dengan *Output* LED



Gambar 2.7. *Datasheet* IC 74LS147

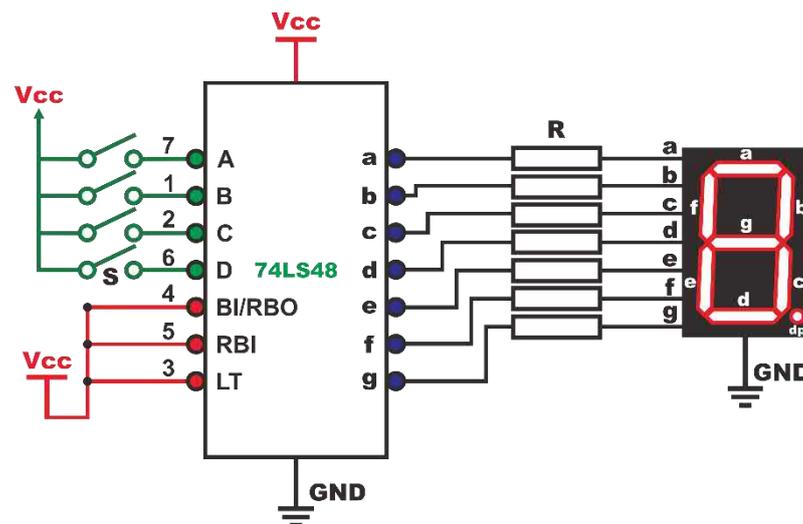
Tabel 2.6. Tabel Kebenaran Rangkaian Enkoder

IC 74147 (Rangkaian Enkoder)												
INPUT									OUTPUT			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	D	C	B	A
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	1	1	0
X	X	X	X	X	X	X	0	1	0	1	1	1
X	X	X	X	X	X	0	1	1	1	0	0	0
X	X	X	X	X	0	1	1	1	1	0	0	1
X	X	X	X	0	1	1	1	1	1	0	1	0
X	X	X	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1
X	X	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
X	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0

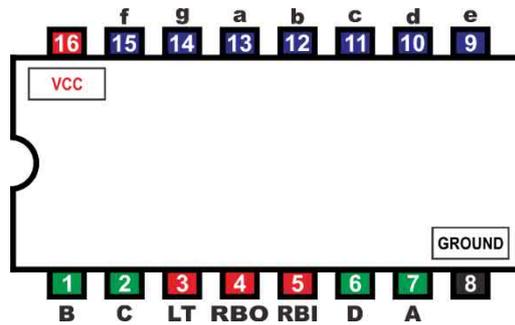
Simbol X pada *input* adalah simbol *don't care* (tidak peduli) yaitu *input* bebas diberi logika 0 maupun 1 karena tidak berpengaruh pada hasil keluarannya. Berdasarkan tabel kebenaran IC 74LS147 diatas, *output* yang dihasilkan merupakan keluaran aktif LOW, yaitu *output* berupa LED akan menyala apabila diberikan logika 0 dan hasil keluaran tidak sesuai dengan hasil konversi bilangan desimal ke biner melainkan keluarannya merupakan kebalikan dari hasil konversi bilangan desimal ke biner. Contoh, jika *input* bilangan 9 diberikan logika 0 dan *input* bilangan 1 hingga 8 diberikan logika sesuai tabel kebenaran, maka hasil BCD yang diperoleh adalah 0110, seharusnya konversi bilangan desimal ke biner dari angka 9 adalah 1001, oleh karena itu perlu ditambahkan gerbang NOT (sebagai pembalik) agar *output* yang diperoleh sesuai dengan hasil pengkonversian.

2. Dekoder

Rangkaian dekoder nantinya akan dihubungkan pada tampilan *seven segment*. IC yang akan digunakan adalah IC 74LS48 dan dihubungkan pada *seven segment common cathode*. Jalur *input* dekoder terdiri dari 4 jalur yaitu pin A, pin B, pin C, dan pin D. Jalur *output* dekoder terdiri dari 7 jalur yaitu pin a, pin b, pin c, pin d, pin e, dan pin g. Jalur kontrol dekoder terdiri dari jalur RBO (*Ripple Blanking Output*) berfungsi sebagai *disable output* yaitu penahan sinyal *output* menuju *seven segment*, jalur RBI (*Ripple Blanking Input*) berfungsi sebagai penahan sinyal *input*, dan jalur LT (*Lamp Test*) berfungsi untuk menghidupkan semua LED pada *seven segment*. Jalur kontrol tersebut harus diberikan logika 1 (*high*) agar *seven segment* menerima sinyal *input* BCD sesuai data dan ditampilkan pada layar *seven segment*. Berikut rangkaian percobaan, *datasheet* IC 74LS48, dan tabel kebenaran IC 74LS48.



Gambar 2.8. Rangkaian Dekoder dengan *Output Seven Segment*



Gambar 2.9. Datasheet IC 74LS48

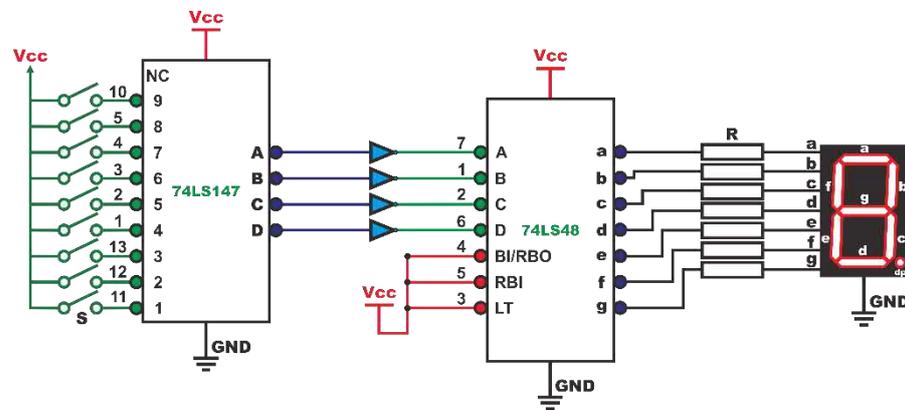
Tabel 2.7. Tabel Kebenaran Rangkaian Dekoder

IC 7448 (Rangkaian Dekoder)														
DESI-MAL	INPUT							OUTPUT						
	$\overline{\text{LT}}$	RBI	D	C	B	A	BI/RBO	a	b	c	d	e	f	g
0	H	H	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	L
1	H	X	L	L	L	H	H	L	H	H	L	L	L	L
2	H	X	L	L	H	L	H	H	H	L	H	H	L	H
3	H	X	L	L	H	H	H	H	H	H	H	L	L	H
4	H	X	L	H	L	L	H	L	H	H	L	L	H	H
5	H	X	L	H	L	H	H	H	L	H	H	L	H	H
6	H	X	L	H	H	L	H	L	L	H	H	H	H	H
7	H	X	L	H	H	H	H	H	H	H	L	L	L	L
8	H	X	H	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H
9	H	X	H	L	L	H	H	H	H	H	L	L	H	H
10	H	X	H	L	H	L	H	L	L	L	H	H	L	H
11	H	X	H	L	H	H	H	H	L	L	H	H	L	H
12	H	X	H	H	L	L	H	L	H	L	L	L	H	H
13	H	X	H	H	L	H	H	H	H	L	L	H	L	H
14	H	X	H	H	H	L	H	L	L	L	H	H	H	H
15	H	X	H	H	H	H	H	H	L	L	L	L	L	L
BI	X	X	X	X	X	X	L	L	L	L	L	L	L	L
RBI	H	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
$\overline{\text{LT}}$	L	X	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H

3. Kombinasi Enkoder dan Dekoder

Kombinasi rangkaian enkoder dan dekoder membutuhkan beberapa IC, yaitu IC 74LS147 sebagai rangkaian enkoder, IC 74LS48 sebagai

rangkainan dekoder, dan IC 74LS04 sebagai pembalik. IC 74LS04 adalah IC gerbang NOT yang memproses keluaran dari rangkaian enkoder agar menghasilkan 4 bit biner yang jika dikonversi akan menghasilkan bilangan desimal yang akan ditampilkan pada sebuah layar *seven segment*. Angka yang tampil pada layar *seven segment* yaitu 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, dan 9 sesuai dengan kombinasi *input* berdasarkan tabel kebenaran IC 74LS147, berikut rangkaian percobaannya.

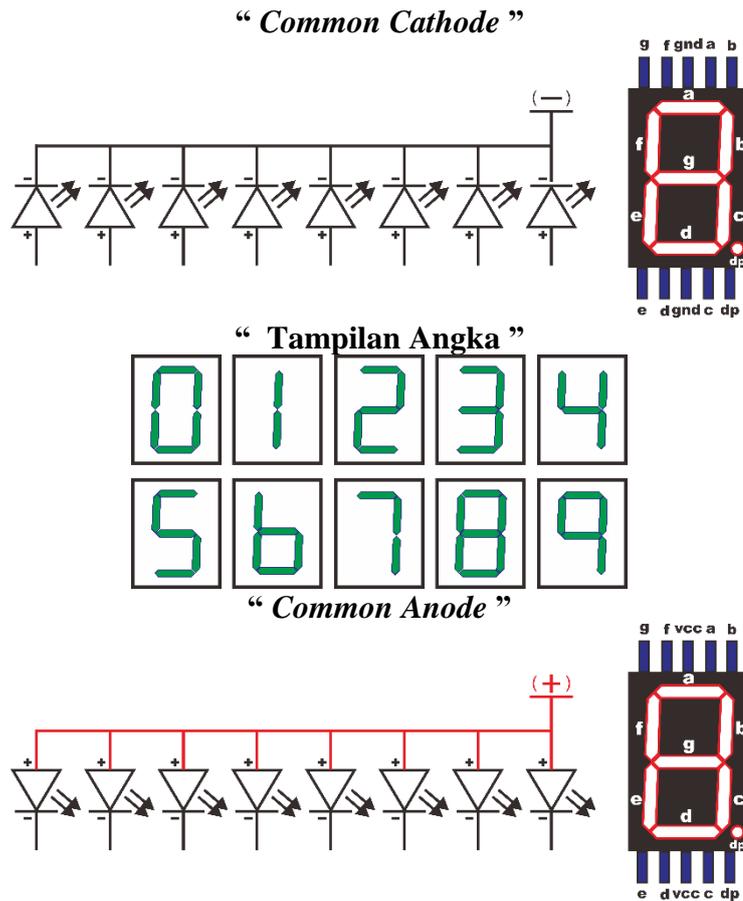


Gambar 2.10. Rangkaian Kombinasi Enkoder dan Dekoder

2.1.9 Seven Segment

Seven segment merupakan rangkaian beberapa LED (*Light Emitting Diode*) yang tersusun untuk menampilkan informasi secara visual mengenai data berupa tampilan angka yaitu angka 0 hingga angka 9, untuk menampilkan suatu angka pada *seven segment* dibutuhkan kombinasi 7 sinyal masukan. Notasi pada setiap segmen dinyatakan dengan notasi huruf yaitu a, b, c, d, e, f, dan g. *Seven segment* ada dua jenis yaitu *seven segment common anode* dan *seven segment common cathode*. *Seven segment common anode* yaitu semua

kaki anoda pada LED terhubung menjadi satu dan mendapatkan arus positif (+) sedangkan *seven segment common cathode* yaitu semua kaki katoda pada LED terhubung menjadi satu dan mendapatkan arus negatif (-), *seven segment* yang digunakan pada *trainer* yaitu *seven segment common cathode*.



Gambar 2.11. Seven Segment

2.1.10 Power Supply

Power Supply adalah suatu rangkaian elektronika yang paling penting sebagai pemasok tegangan pada setiap peralatan elektronik. Rangkaian *Power Supply* bekerja sebagai pengubah atau pengkonversi tegangan arus AC atau arus bolak-balik menjadi tegangan arus DC atau arus searah sesuai tegangan

keluaran yang diperlukan. Tegangan yang diperlukan pada pembuatan *trainer* kali ini sebesar 5 Volt sesuai kebutuhan tegangan IC.

2.1.11 Indikator Penilaian *Trainer*

Menurut (Rahmawati dan Rahmat, 2014) suatu *trainer* dikatakan layak dan mudah digunakan sebagai media pembelajaran apabila memenuhi beberapa kriteria sebagai berikut:

1. Kemudahan
 - a. Mudah dirangkai
 - b. Mudah dioperasikan
 - c. Mempermudah pemahaman
2. Tampilan
 - a. Kerapian pengemasan media
 - b. Kejelasan huruf dan gambar *trainer*
 - c. Menarik perhatian siswa
3. Kesesuaian
Sesuai dengan KD (Kompetensi Dasar)
4. Kelengkapan
 - a. Modul praktikum
 - b. *Jobsheet* praktikum
5. Komunikatif
Mudah dimengerti

2.2 Kajian Penelitian yang Relevan

Penelitian yang pertama adalah penelitian dari Budi Santosa, S.T., M.T., dkk., pada tahun 2018 yang berjudul “Pembuatan Alat Laboratorium Teknik Digital Dasar untuk Implementasi Mata Kuliah Teknik Digital pada Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat”. Hasil dari penelitian ini adalah sebuah *trainer* yang terdiri dari modul praktikum rangkaian gerbang-gerbang dasar dan kombinasional. *Trainer* dibuat dengan bahan kayu, seluruh modul praktikum dapat berfungsi dengan baik dan dapat digunakan sebagai alat praktikum laboratorium.

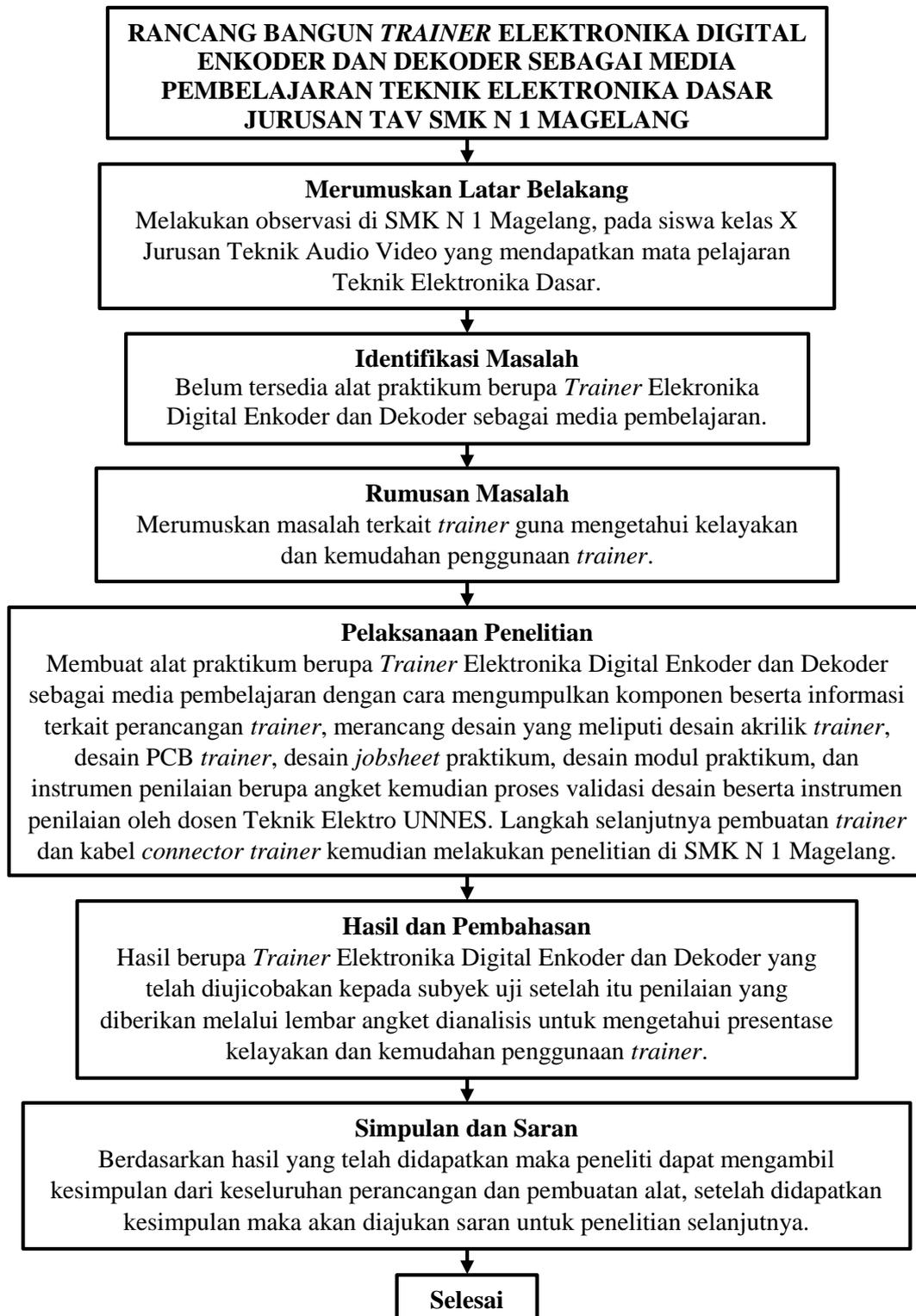
Kedua, adalah penelitian dari Amin Sholikhin dan Toto Sukisno pada tahun 2017 yang berjudul “Pengembangan *Trainer* Gerbang Logika sebagai Media Pembelajaran Penerapan Konsep Dasar Listrik dan Elektronika”. Hasil dari penelitian ini adalah sebuah *trainer* yang terdiri dari tiga buah IC yaitu IC AND, IC OR, IC NOT dan komponen lainnya. *Trainer* ini berbentuk balok dengan dimensi 30 cm x 25 cm x 7 cm berbahan dasar akrilik digunakan sebagai media pembelajaran “Penerapan Konsep Dasar Listrik dan Elektronika” di SMK PIRI 1 Yogyakarta. Hasil penilaian ahli media dikategorikan “sangat layak” dengan persentase 83%, penilaian ahli materi dikategorikan “sangat layak” dengan persentase 82%, dan respon pengguna mengenai *trainer* sebagai media pembelajaran dikategorikan “baik” dengan persentase sebesar 78%.

Ketiga, adalah penelitian dari Inggit Pangestu Rahmadiyah pada tahun 2015 yang berjudul “Pengembangan Media Pembelajaran *Trainer* Elektronika

Digital untuk Mata Pelajaran Teknik Elektronika Dasar”. Hasil dari penelitian ini adalah sebuah *trainer* dengan dimensi panjang 35 cm, lebar 30 cm, dan tinggi 7 cm. Indikator *output* berupa LED dan *seven segment*. Metode penelitian yang digunakan adalah ADDIE. Hasil rating validasi kelayakan *trainer* pada SMK Kartika 2 Surabaya sebesar 78,3%, hasil rating validasi LKS sebesar 82,3%, dan hasil presentase respon siswa sebesar 92,25%.

Keempat, adalah penelitian dari Rizky Dwi Fitrianto dan Lusia Rakhmawati pada tahun 2014 yang berjudul “*Trainer* Digital Register dan *Counter* sebagai Media Pembelajaran untuk Mahasiswa Elektronika Komunikasi di Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Surabaya”. Hasil dari penelitian ini adalah sebuah *trainer* berukuran 30 cm x 30 cm dengan IC yang akan digunakan dipasang pada *project board* sesuai dengan rangkaian yang ingin diujicobakan. Hasil penilaian validator terhadap *trainer* sebesar 75% dengan kategori baik dan respon mahasiswa sebesar 80% dengan kategori sangat baik. *Trainer* layak digunakan sebagai media pembelajaran pada mata kuliah elektronika digital pada pembahasan *register*, *shift register*, *up-counter*, dan *down-counter*.

2.3 Kerangka Pikir



Gambar 2.12. Kerangka Pikir

2.4 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka berpikir di atas, maka dapat diajukan hipotesis berikut : “Rancang bangun *Trainer* Elektronika Digital Enkoder dan Dekoder layak dan mudah digunakan sebagai media pembelajaran di Jurusan TAV SMK N 1 Magelang”.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan Tentang Produk

Berdasarkan penelitian dan pembahasan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Rancang Bangun *Trainer* Elektronika Digital Enkoder dan Dekoder sebagai media pembelajaran Teknik Elektronika Dasar Jurusan TAV SMK N 1 Magelang terbuat dari bahan akrilik berukuran 60 cm x 36,5 cm x 8,5 cm telah selesai dibuat. *Trainer* dilengkapi kabel *power* dan kabel penghubung (*connector* antar komponen) berwarna merah, hitam, hijau, dan kuning dengan jumlah total 40 kabel.
2. Hasil uji kelayakan dengan instrumen penilaian berupa angket oleh ahli yaitu 2 dosen Teknik Elektro UNNES dan 2 guru Jurusan TAV SMK N 1 Magelang memperoleh rata-rata presentase kelayakan sebesar 94,60% dengan kategori “sangat layak”. Hasil uji kemudahan penggunaan *trainer* oleh 32 siswa Jurusan TAV SMK N 1 Magelang memperoleh rata-rata presentase kelayakan sebesar 87,81% dengan kategori “sangat mudah”, sehingga dapat disimpulkan bahwa *trainer* yang telah selesai dibuat layak dan mudah digunakan sebagai media pembelajaran praktikum siswa di sekolah.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah selesai dilakukan, maka saran yang dapat diberikan sebagai berikut:

1. Bagian penyangga *trainer* sebaiknya dibuat lebih tebal agar semakin kuat dan kokoh sehingga *trainer* tidak rawan pecah, selain itu melakukan perawatan *trainer* secara rutin.
2. Penelitian selanjutnya perlu adanya pengembangan dengan menambah beberapa komponen *trainer* dan berbagai rangkaian percobaan yang terdapat pada *jobsheet* praktikum, sehingga menambah pengetahuan dan keterampilan siswa mengenai elektronika digital dan bentuk pengaplikasiannya.
3. Penelitian yang dilakukan untuk menguji kelayakan dan kemudahan penggunaan *trainer*, untuk penelitian selanjutnya diharapkan menambahkan hasil penggunaan *trainer* terhadap nilai peserta didik di sekolah.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, S. 2013. *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan Edisi 2*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Fitrianto, R. D., & Rakhmawati, L. (2014). **Trainer Digital Register dan Counter sebagai Media Pembelajaran untuk Mahasiswa Elektronika Komunikasi di Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Surabaya**. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 3(1), 69–75.
- Fuada, S. (2016). **Pembuatan Trainer Board Astable Multivibrator (AM) sebagai Media Pembelajaran Pendidikan**. *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, 5(2), 244–251.
- Hamdu, G., & Agustina, L. (2011). **Pengaruh Motivasi Belajar Siswa Terhadap Pestasi Belajar Ipa Di Sekolah Dasar**. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 12(1), 81–86.
- Muhson, A. (2010). **Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Teknologi Informasi**. *Jurnal Pendidikan Akuntansi Indonesia Pendidikan Akuntansi Indonesia*, VIII(2), 1–10.
- N, W. Widjanarka. 2006. *Teknik Digital*. Jakarta: Erlangga.
- Pane, A., & Dasopang, M. D. (2017). **Belajar dan Pembelajaran**. *Jurnal Kajian Ilmu-Ilmu Keislaman*, 3(2), 333–352.
- Prasetyo, H., & Nurhayati. (2015). **Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Cai (Computer – Assisted Instruction) Pada Mata Pelajaran Teknik Elektronika Dasar Kelas X Di Smkn 1 Nganjuk**. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 4(1), 103–108.

- Pritandhari, M., & Ratnawuri, T. (2015). **Evaluasi Penggunaan Video Tutorial Sebagai Media Pembelajaran Semester IV Program Studi Pendidikan Ekonomi Universitas Muhammadiyah Metro.** *JURNAL PROMOSI Jurnal Pendidikan Ekonomi UM Metro*, 3(2), 11–20.
- Puspitasari, A., & Rakhmawati, L. (2013). **Pengembangan E-book Interaktif Pada Mata Kuliah Elektronika Digital.** *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 2(2), 537–543.
- Rachmayani, D. (2014). **Penerapan Pembelajaran Reciprocal Teaching Untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematis Dan Kemandirian Belajar Matematika Siswa.** *Jurnal Pendidikan Unsika*, 2(1), 13–23.
- Rahmadiyah, I. P. (2015). **Pengembangan Media Pembelajaran Trainer Elektronika Digital untuk Mata Pelajaran Teknik Elektronika Dasar.** *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 4(1), 145–152.
- Rahmawati, Y., & Rahmat, A. N. (2014). **Perancangan Trainer Sistem Recloser Berbasis Smart Relay untuk Mata Kuliah Sistem Distribusi dan Transmisi di Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Malang.** *Jurnal TEKNO*, 22, 27–34.
- Santosa, B., Yulisman, & Hariyadi. (2018). **Pembuatan Alat Laboratorium Teknik Digital Dasar untuk Impelmentasi Mata Kuliah Teknik Digital pada Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.** *MENARA Ilmu*, XII(11), 43–60.
- Sholikhin, A., & Sukisno, T. (2017). **Pengembangan Trainer Gerbang Logika sebagai Media Pembelajaran Penerapan Konsep Dasar Listrik dan Elektronika.** *E-Journal Universitas Negeri Yogyakarta*, 7(1), 36–44.

Sugiartowo, & Ambo, S. N. (2018). **Simulasi Rangkaian Kombinasional Sebagai Media Pembelajaran Sistem Digital Pada Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta**. 5, 1–11.

Sugiyono. 2013. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung:Alfabeta.

Suryani, Y. E. (2010). **Kesulitan Belajar**. *Magistra*, (73), 33–47.

Theint, M. S. S., & Tun, Z. M. (2014). **Development of Digital Logic Trainer for Student's Experimentation**. *International Journal of Scientific Engineering and Technology Research*, 3(10), 1912–1916.

Wibisono, W., & Lies, Y. (2010). **Perancangan game edukasi untuk media pembelajaran pada sekolah menengah pertama persatuan guru Republik Indonesia Gondang Kecamatan Nawangan Kabupaten Pacitan**. *Journal Speed (Sentra Penelitian Engineering Dan Edukasi)*, 2(2), 37–42.