

**Pengembangan *Trainer* sebagai Alat Praktikum Pengujian Rangkaian
Pembangkit PWM, Buck *Converter*, Boost *Converter* dan Buck-Boost
Converter pada Mata Pelajaran Penerapan Rangkaian Elektronika di Kelas
XI SMK Muhammadiyah 1 Bantul**

TUGAS AKHIR SKRIPSI

Diajukan kepada Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan

Guna Memperoleh Gelar Sarjana S-1 Pendidikan Teknik Elektronika



Disusun oleh:

Sunu Wakhid Rinawan

NIM. 11502241021

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA
JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA DAN
INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

2018

LEMBAR PERSETUJUAN

Tugas Akhir Skripsi dengan Judul

Pengembangan *Trainer* sebagai Alat Praktikum Pengujian Rangkaian

Pembangkit PWM, Buck *Converter*, Boost *Converter* dan Buck-Boost

Converter pada Mata Pelajaran Penerapan Rangkaian Elektronika di Kelas



Telah memenuhi syarat dan disetujui Dosen Pembimbing untuk dilaksanakan

Ujian Akhir Tugas Skripsi bagi yang bersangkutan

Yogyakarta, 19 Maret 2018

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Pendidikan Teknik Elektronika

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

Disetujui,
Dosen Pembimbing

Totok Sukardiyono, M. T.
NIP. 19670903 199303 1 005

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Sunu Wakhid Rinawan
NIM : 11502241021
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika
judul TAS : Pengembangan *Trainer* sebagai Alat Praktikum
Pengujian Rangkaian Pembangkit PWM, Buck
Converter, Boost *Converter* dan Buck-Boost
Converter pada Mata Pelajaran Penerapan
Rangkaian Elektronika di Kelas XI SMK
Muhammadiyah 1 Bantul

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

Yogyakarta, 19 Maret 2018

Yang menyatakan,



Sunu Wakhid Rinawan
NIM. 11502241021

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir Skripsi dengan Judul

**Pengembangan Trainer sebagai Alat Praktikum Pengujian Rangkaian
Pembangkit PWM, Buck Converter, Boost Converter dan Buck-Boost
Converter pada Mata Pelajaran Penerapan Rangkaian Elektronika di Kelas**

XI SMK Muhammadiyah 1 Bantul

Disusun oleh:

Sunu Wakhid Rinawan

NIM. 11502241021

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Tugas Akhir Skripsi Jurusan
Pendidikan Teknik Elektronika dan Informatika Fakultas Teknik Universitas
Negeri Yogyakarta pada tanggal 04, Juni 2018

TIM PENGUJI

Nama/Jabatan

Tanda Tangan

Tanggal

Totok Sukardiyono, M. T. /
Ketua Penguji (Pembimbing)

69/06/2018

Masduki Zakaria, M. T. /
Sekretaris

22/05/2018

Dr. Priyanto, M.Kom. /
Penguji

22/05/2018

Yogyakarta, 04 Juni 2018
Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
Dekan,



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

MOTTO

Menuju tak terbatas dan melampauiinya

PERSEMBAHAN

Tugas Akhir Skripsi ini saya persembahkan teruntuk:

*Orangtua, saudara, keluarga besar, serta sahabat yang selama ini terus memberi
dukungan atas jalan yang saya pilih*

*Semua pihak yang telah membantu dan memberi sumbangsih dalam proses
penelitian yang saya lakukan, saya ucapkan terimakasih*

**Pengembangan *Trainer* sebagai Alat Praktikum Pengujian Rangkaian
Pembangkit PWM, Buck *Converter*, Boost *Converter* dan Buck-Boost
Converter pada Mata Pelajaran Penerapan Rangkaian Elektronika di Kelas
XI SMK Muhammadiyah 1 Bantul**

Oleh:

Sunu Wakhid Rinawan

NIM 11502241019

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) Melakukan pengembangan *trainer* sebagai alat praktikum pengujian rangkaian pembangkit PWM, buck *converter*, boost *converter* dan buck-boost *converter* di kelas XI SMK Muhammadiyah 1 Bantul; (2) Mengetahui kelayakan *trainer* sebagai alat praktikum pengujian rangkaian pembangkit PWM, buck *converter*, boost *converter* dan buck-boost *converter* di kelas XI SMK Muhammadiyah 1 Bantul.

Penelitian ini merupakan jenis penelitian dan pengembangan (*research & development*) model Kemp & Dayton yang terdiri dari 5 tahap pengembangan yaitu *preliminary planning, the kinds of media, designing media, producing media, dan using and evaluating media*. Produk penelitian berupa alat praktikum yang divalidasi terlebih dahulu oleh dua ahli media serta dua ahli materi sebelum diujicobakan pada 35 siswa kelas XI TAV A dan XI TAV B SMK Muhammadiyah 1 Bantul. Data penelitian diambil dengan menggunakan instrumen berupa angket yang telah divalidasi terlebih dahulu oleh dua ahli instrumen.

Hasil penelitian menunjukkan: (1) Ahli memberikan penilaian terhadap produk rata-rata sebesar 3,3 dari nilai tertinggi 4 dengan rincian pada aspek isi materi 3,4, aspek kebermanfaatan 3,125, aspek desain 3,31 dan aspek unjuk kerja 3,357; (2) Siswa memberikan penilaian terhadap produk rata-rata sebesar 3,385 dari nilai tertinggi 4 dengan rincian pada aspek isi materi 3,41, aspek desain 3,286, aspek unjuk kerja 3,45, aspek keadaan lingkungan 3,41 dan aspek kebermanfaatan 3,364. Berdasarkan data yang diperoleh, maka diketahui bahwa produk yang dikembangkan masuk dalam kategori sangat layak.

Kata kunci : *penelitian pengembangan, alat praktikum, kelayakan alat, model pengembangan Kemp & Dayton, penerapan rangkaian elektronika*

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas berkat rahmat dan karunia-NYA, Tugas Akhir Skripsi dalam rangka memenuhi sebagian persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana Pendidikan dengan judul “Pengembangan *Trainer* sebagai Alat Praktikum Pengujian Rangkaian Pembangkit PWM, Buck *Converter*, Boost *Converter* dan Buck-Boost *Converter* pada Mata Pelajaran Penerapan Rangkaian Elektronika di Kelas XI SMK Muhammadiyah 1 Bantul” dapat disusun sesuai dengan harapan. Tugas Akhir Skripsi ini dapat diselesaikan tidak lepas dari bantuan dan kerja sama dengan pihak lain. Berkenaan dengan hal tersebut, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Bapak Totok Sukardiyono, M. T. selaku Dosen Pembimbing TAS yang telah banyak memberikan semangat, dorongan, dan bimbingan selama penyusunan Tugas Akhir Skripsi ini.
2. Bapak Dr. Priyanto, M. Kom. serta Bapak Masduki Zakaria, M. T. masing-masing selaku penguji utama dan sekretaris yang telah memberikan koreksi secara komprehensif terhadap Tugas Akhir Skripsi ini.
3. Ibu Nuryake Fajaryati, M. Pd. serta Ibu Bekti Wulandari, M. Pd. selaku validator instrumen penelitian TAS yang memberikan saran serta masukan perbaikan sehingga penelitian TAS dapat terlaksana sesuai dengan tujuan.
4. Bapak Ponco Wali Pranoto, M. Pd. serta Bapak Muslikhin, M. Pd. selaku Ahli Media yang telah memberikan penilaian serta saran terhadap produk pada penelitian Tugas Akhir Skripsi ini.
5. Bapak Masduki Zakaria, M. T. serta Ibu Bekti Wulandari, M. Pd. selaku Ahli Materi yang telah memberikan penilaian serta saran terhadap produk pada penelitian Tugas Akhir Skripsi ini.
6. Bapak Dr. Fatchul Arifin, M.T. selaku Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika dan Informatika, dan Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika, beserta dosen dan staf yang telah memberikan bantuan fasilitas selama proses penyusunan pra-proposal sampai dengan selesaiya TAS ini.

7. Bapak Dr. Widarto, M.Pd. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta yang memberikan persetujuan pelaksanaan Tugas Akhir Skripsi.
8. Bapak Widada, S. Pd. selaku Kepala Sekolah SMK Muhammadiyah 1 Bantul yang telah memberi izin dan bantuan dalam pelaksanaan penelitian Tugas Akhir Skripsi ini.
9. Para guru dan staf SMK Muhammadiyah 1 Bantul yang telah memberikan bantuan memperlancar pengambilan data selama proses penelitian Tugas Akhir Skripsi ini.
10. Siswa kelas XI TAV SMK Muhammadiyah 1 Bantul Tahun Ajaran 2017/2018 yang telah memberikan waktu dan kesempatan serta mau bekerja sama dalam proses tindakan yang dilakukan selama penelitian Tugas Akhir Skripsi ini.
11. Semua pihak, secara langsung maupun tidak langsung, yang tidak dapat disebutkan di sini 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, 05 Juni 2018

Penulis,



Sunu Wakhid Rinawan

NIM. 11502241021

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
MOTTO.....	v
PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah	4
C. Batasan Masalah.....	4
D. Rumusan Masalah	5
E. Tujuan Penelitian.....	5
F. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan.....	6
G. Manfaat Penelitian.....	6
1. Teoretis.....	6
2. Praktis.....	7
a. Bagi pendidik dan calon pendidik.....	7
b. Bagi peneliti	7
BAB II KAJIAN PUSTAKA	8
A. Kajian Teori.....	8
1. Peralatan Praktikum	8
2. <i>Trainer</i>	9
3. <i>Mock-up</i>	10
4. Pengembangan <i>Trainer</i>	11

5.	Mata Pelajaran Penerapan Rangkaian Elektronika	21
a.	Rangkaian PWM	21
b.	Rangkaian Buck <i>Converter</i>	25
c.	Rangkaian Boost <i>Converter</i>	28
d.	Rangkaian Buck-Boost <i>Converter</i>	31
6.	Pengujian Rangkaian.....	35
a.	Pengujian Rangkaian PWM	35
b.	Pengujian Rangkaian <i>Converter</i>	35
B.	Kajian Penelitian yang Relevan	36
C.	Kerangka Pikir.....	40
D.	Pertanyaan Penelitian	41
	BAB III METODE PENELITIAN.....	42
A.	Model Pengembangan	42
B.	Prosedur Pengembangan	43
1.	<i>Preliminary Planning</i>	43
2.	<i>The Kinds of Media</i>	44
3.	<i>Designing Media</i>	44
4.	<i>Producing Media</i>	45
5.	<i>Using and Evaluating Media</i>	46
C.	Sumber Data/Subjek Penelitian.....	46
1.	Objek Penelitian.....	46
2.	Responden/Subjek Penelitian.....	47
3.	Tempat dan Waktu Penelitian	47
D.	Metode dan Alat Pengumpul Data	47
1.	Teknik Pengumpulan Data.....	47
2.	Instrumen Penelitian.....	48
a.	Uji Validitas	54
b.	Uji Reliabilitas	57
E.	Teknik Analisis Data.....	59
	BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	62
A.	Hasil Penelitian	62

1.	<i>Preliminary Planning</i>	62
2.	<i>The Kinds of Media</i>	63
3.	<i>Designing Media</i>	63
4.	<i>Producing Media</i>	68
5.	<i>Using and Evaluating Media</i>	74
B.	Pembahasan Hasil Penelitian	76
1.	Rancangan <i>Trainer</i>	77
2.	Unjuk Kerja.....	79
3.	Uji Lapangan.....	82
4.	Analisa Data	84
a.	Hasil Validasi Ahli	84
b.	Analisa Data Hasil Uji Kelayakan Lapangan	88
	BAB V KESIMPULAN	93
A.	Simpulan.....	93
B.	Keterbatasan Penelitian dan Produk.....	94
C.	Pengembangan Produk Lebih Lanjut	94
D.	Saran.....	95
1.	Bagi Peserta Didik.....	95
2.	Bagi Guru	95
3.	Bagi Kepala Sekolah.....	95
	DAFTAR PUSTAKA	96

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Aspek pedoman pengembangan <i>trainer</i>	21
Tabel 2. Aspek penilaian <i>Trainer</i>	50
Tabel 3. Aspek penilaian masing-masing responden	51
Tabel 4. Kisi kisi instrumen untuk ahli materi	51
Tabel 5. Kisi-kisi instrumen untuk ahli media	52
Tabel 6. Kisi-kisi instrumen untuk siswa	52
Tabel 7. Tabel skor jawaban untuk siswa.....	54
Tabel 8. Tabel skor jawaban untuk ahli media dan ahli materi.....	54
Tabel 9. Tabel tingkat reliabilitas.....	59
Tabel 10. Tabel kategori kelayakan	61
Tabel 11. Pedoman pengembangan dari silabus	64
Tabel 12. Analisa kebutuhan komponen rangkaian PWM 2 buah.....	65
Tabel 13. Analisa kebutuhan komponen rangkaian buck <i>converter</i>	66
Tabel 14. Analisa kebutuhan komponen rangkaian boost <i>converter</i>	66
Tabel 15. Analisa kebutuhan komponen rangkaian buck-boost <i>converter</i>	67
Tabel 16. Analisa kebutuhan bahan pembuat boks <i>trainer</i>	67
Tabel 17. Hasil validasi instrumen.....	74
Tabel 18. Hasil validasi ahli.....	75
Tabel 19. Penilaian Ahli Materi pada aspek isi materi	85
Tabel 20. Penilaian Ahli Materi pada aspek kebermanfaatan.....	85
Tabel 21. Penilaian Ahli Media pada aspek desain.....	86
Tabel 22. Penilaian Ahli Media pada aspek unjuk kerja.....	87

Tabel 23. Rata-rata penilaian siswa pada aspek isi materi.....	89
Tabel 24. Rata-rata penilaian siswa pada aspek desain.....	89
Tabel 25. Rata-rata penilaian siswa pada aspek unjuk kerja.....	89
Tabel 26. Rata-rata penilaian siswa pada aspek keadaan lingkungan.....	90
Tabel 27. Rata-rata penilaian siswa pada aspek kebermanfaatan	90

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. <i>Pulse Modulation</i> (Modulasi Pulsa).....	22
Gambar 2. <i>Pulse Width Modulation (PWM)</i>	23
Gambar 3. Rangkaian buck <i>converter</i> dengan IC pengendali TL494.	24
Gambar 4. Rangkaian buck <i>converter</i>	25
Gambar 5. Rangkaian buck <i>converter</i> dengan BJT sebagai sakelar.....	26
Gambar 6. Rangkain buck <i>converter</i> saat PWM <i>high</i> (sakelar tertutup).....	27
Gambar 7. Rangkaian buck <i>converter</i> saat PWM <i>low</i> (sakelar terbuka).....	27
Gambar 8. Rangkaian boost <i>converter</i>	29
Gambar 9. Rangkaian boost <i>converter</i> saat PWM <i>high</i> (sakelar tertutup) dan pertama kali menyala.	29
Gambar 10. Rangkaian boost <i>converter</i> saat PWM <i>low</i> (sakelar terbuka).....	30
Gambar 11. Rangkaian boost saat PWM <i>high</i> (sakelar tertutup) dan kapasitor sudah terisi.	31
Gambar 12. Rangkaian buck-boost <i>converter</i>	32
Gambar 13. Rangkaian sebagai buck <i>converter</i> dengan Q1 sebagai sakelar tertutup dan Q2 sebagai sakelar terbuka.	33
Gambar 14. Rangkaian sebagai buck <i>converter</i> dengan Q1 dan Q2 sebagai sakelar terbuka.	33
Gambar 15. Rangkaian sebagai boost <i>converter</i> dengan Q1 dan Q2 sebagai sakelar tertutup pada saat pertama kali rangkaian menyala.	34
Gambar 16. Rangkaian sebagai boost <i>converter</i> dengan Q1 sebagai sakelar tertutup dan Q2 sakelar terbuka.	34
Gambar 17. Rangkaian sebagai boost <i>converter</i> dengan Q1 dan Q2 sebagai sakelar tertutup dan kapasitor sudah terisi.	34
Gambar 18. Desain antar muka <i>trainer</i>	65

Gambar 19. Layout PWM (a) jalur PCB (b) tata letak komponen.....	69
Gambar 20. Layout buck (a) jalur PCB (b) tata letak komponen.....	69
Gambar 21. Layout boost (a) jalur PCB (b) tata letak komponen.....	69
Gambar 22. Layout buck-boost (a) jalur PCB (b) tata letak komponen.....	70
Gambar 23. Rangkaian buck-boost sebelum revisi.	71
Gambar 24. Rangkaian buck-boost setelah direvisi (lingkaran merah).....	71
Gambar 25. Pemasangan kerangka pada boks.....	72
Gambar 26. Papan rangkaian (a) buck (b) boost (c) buck-boost (d) PWM.....	73
Gambar 27. Tampilan <i>trainer</i> setelah disetujui dosen pembimbing.....	74
Gambar 28. Unjuk kerja rangkaian buck <i>converter</i>	79
Gambar 29. Unjuk kerja rangkaian boost <i>converter</i>	80
Gambar 30. Unjuk kerja rangkaian buck-boost <i>converter</i>	80
Gambar 31. Data pengamatan unjuk kerja rangkaian buck <i>converter</i>	82
Gambar 32. Data pengamatan unjuk kerja rangkaian boost <i>converter</i>	83
Gambar 33. Data pengamatan unjuk kerja rangkaian buck-boost.	83
Gambar 34. Diagram hasil pengolahan data hasil evaluasi para ahli.....	88
Gambar 35. Diagram hasil pengolahan data hasil penilaian oleh siswa.	91

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Pernyataan Validasi Instrumen 1	101
Lampiran 2. Surat Pernyataan Validasi Instrumen 2	102
Lampiran 3. Surat Pernyataan Evaluasi Ahli Media 1	103
Lampiran 4. Surat Pernyataan Evaluasi Ahli Media 2	104
Lampiran 5. Surat Pernyataan Evaluasi Ahli Materi 1	105
Lampiran 6. Surat Pernyataan Evaluasi Ahli Materi 2	106
Lampiran 7. Angket Instrumen Evaluasi untuk Ahli Media.....	107
Lampiran 8. Angket Instrumen Evaluasi untuk Ahli Materi	109
Lampiran 9. Angket Instrumen Evaluasi untuk Siswa	111
Lampiran 10. Tabel Uji Validitas Butir Soal	113
Lampiran 11. Tabel Uji Reliabilitas.....	114
Lampiran 12. Administrasi.....	115
Lampiran 13. Tabel r Product Moment.....	120
Lampiran 14. Tabel Distribusi t	121
Lampiran 15. Jobsheet Praktikum.....	123
Lampiran 16. Dokumentasi.....	185

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Menurut UU RI Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional Pasal 1 ayat (1), pendidikan adalah usaha sadar dan terencana untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar peserta didik secara aktif mengembangkan potensi dirinya untuk memiliki kekuatan spiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia, serta keterampilan yang diperlukan dirinya, masyarakat, bangsa dan negara (UU Tahun 2003).

Pendidikan merupakan suatu sistem yang disusun secara sistematis dan terdiri dari beberapa komponen pembangun dan pendukung. Komponen-komponen dalam suatu sistem mempunyai fungsi masing-masing dan saling terkait (bergantung) satu sama lain dalam rangka mencapai tujuan bersama (Ahmadi, 2014: 54).

Sumber belajar merupakan salah satu komponen yang sangat penting dalam pendidikan khususnya dalam proses belajar mengajar. Salah satu contoh dari sumber belajar adalah alat praktikum. Alat praktikum sering digunakan untuk melakukan unjuk kerja kegiatan praktik yang biasa dilakukan di dalam laboratorium. Dalam kegiatan praktikum, keberadaan alat praktikum mutlak harus terpenuhi. Hal ini dikarenakan dalam kegiatan praktikum harus terdapat suatu alat atau benda yang berfungsi untuk mendemonstrasikan sekaligus sebagai peralatan

yang digunakan untuk kegiatan praktik. Tanpa keberadaan alat tersebut, maka kegiatan praktikum tidak akan bisa berjalan dengan baik.

Dalam kegiatan praktikum “Merencanakan rangkaian catu daya mode non-linier (*Switched Mode Power Supplies-SMPS*)” yang diajarkan pada kelas XI Teknik Audio Video menggunakan dua metode, yaitu metode simulasi dan metode konvensional. Dalam metode simulasi, siswa melakukan praktikum secara virtual dengan bantuan program komputer. Sedangkan pada metode konvensional, siswa melakukan praktikum secara nyata, langsung menggunakan peralatan asli.

Dalam kegiatan praktikum “Merencanakan rangkaian catu daya mode non-linier (*Switched Mode Power Supplies-SMPS*)” yang dilaksanakan di kelas XI SMK Muhammadiyah 1 Bantul, dalam praktik simulasi menggunakan program *Electronic Workbench (EWB)*. Sedangkan dalam melakukan praktikum secara langsung, alat yang digunakan berupa papan rangkaian/*breadboard* dan komponen-komponen elektronik yang selanjutnya harus dirangkai pada *breadboard*. Dengan tidak adanya peralatan khusus, maka setiap kali siswa melakukan praktikum harus merangkai rangkaian dari awal terlebih dahulu dan setelah selesai maka harus segera dibongkar karena papan dan komponen yang digunakan merupakan alat bersama jurusan Audio Video yang tentu saja digunakan oleh siswa dari kelas lainnya.

Dengan tidak adanya peralatan khusus tentu saja menyulitkan pendidik dalam menangani dan mengawasi kegiatan praktikum. Setiap kali praktikum pendidik harus mondar-mandir melihat hasil rangkaian yang dibuat siswa, apakah sudah

benar atau belum. Hal ini penting karena jika salah rangkaian maka akan fatal akibatnya, semisal komponen yang terbakar/*overheat* bisa menyebabkan melelehnya papan breadboard. Waktu praktikum juga terlalu banyak digunakan hanya untuk mengecek dan membenarkan rangkaian yang dibuat oleh siswa, sehingga praktikum yang seharusnya bertujuan untuk mengamati unjuk kerja rangkaian dan pengambilan data tidak tercapai tujuannya.

Tidak hanya dari pihak guru yang kesulitan, dari pihak siswa juga mengalami hal serupa. Karena alat praktikum yang digunakan adalah *breadboard* beserta komponen-komponen elektronik, maka siswa diharuskan untuk merangkai segalanya dari awal setiap akan melakukan praktikum. Hal ini tentu memakan waktu lama, belum lagi jika rangkaian yang dibuat gagal. Hal tersebut bisa mengakibatkan siswa putus asa karena rangkaian yang dibuatnya tidak bekerja seperti yang seharusnya dan waktu praktikum juga sudah banyak terbuang. Hal ini bisa mengakibatkan data yang diambil selama praktikum hanyalah berupa data hasil mengarang atau melihat hasil pengamatan dari kelompok lain.

Jika terdapat alat khusus untuk praktikum, diharapkan alat tersebut dapat memudahkan siswa dalam melakukan praktikum, semisal mengurangi beban siswa dalam merangkai komponen, sehingga siswa dapat fokus terhadap proses pengambilan data. Dengan adanya alat praktikum khusus, diharapkan bisa mengoptimalkan waktu praktikum yang terbuang untuk merangkai komponen atau waktu yang terbuang dikarenakan siswa melakukan kesalahan dalam merangkai. Dengan adanya alat praktikum khusus diharapkan waktu praktikum dapat digunakan secara efektif dan efisien sehingga tujuan pembelajaran dapat tercapai.

Oleh karena beberapa permasalahan yang dijabarkan di atas, peneliti akan melakukan penelitian yang berjudul “Pengembangan *Trainer* sebagai Alat Praktikum Pengujian Rangkaian Pembangkit PWM, Buck *Converter*, Boost *Converter* dan Buck-Boost *Converter* di SMK Muhammadiyah 1 Bantul”.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, terdapat beberapa masalah yang dapat diidentifikasi, yaitu:

1. Belum terdapatnya peralatan praktikum khusus untuk materi “Merencanakan rangkaian catu daya mode non-linier (*Switched Mode Power Supplies-SMPS*)”
2. Pendidik kesulitan menangani dan mengawasi kegiatan praktikum.
3. Siswa terlalu terbebani ketika melakukan praktikum dengan menggunakan alat dan bahan yang dipersiapkan pendidik.
4. Waktu praktikum banyak digunakan untuk proses perangkaian, sehingga waktu yang tersisa untuk proses eksperimen tinggal sedikit.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang dikemukakan, maka penulis akan memfokuskan penelitian pada masalah belum terdapatnya peralatan praktikum khusus untuk materi “Merencanakan rangkaian catu daya mode non-linier (*Switched Mode Power Supplies-SMPS*)”. Penulis selanjutnya akan mengkhususkan permasalahan lagi pada pengembangan peralatan untuk kegiatan praktikum: 1) Pengujian perangkat keras rangkaian pembangkit PWM dengan IC *regulator switching* $\geq 20\text{kHz}$; 2) Pengujian perangkat keras rangkaian buck

converter dengan frekuensi *switching* $\geq 20\text{kHz}$; 3) Pengujian perangkat keras rangkaian boost *converter* dengan frekuensi *switching* $\geq 20\text{kHz}$ 4) Pengujian perangkat keras rangkaian buck-boost *converter* dengan frekuensi *switching* $\geq 20\text{kHz}$. Selanjutnya peralatan yang dikembangkan akan diuji tingkat kelayakannya.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang akan diteliti maka permasalahan dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Alat seperti apakah yang dibutuhkan dalam melakukan praktikum pengujian rangkaian pembangkit PWM, buck *converter*, boost *converter* dan buck-boost *converter* di kelas XI SMK Muhammadiyah 1 Bantul?
2. Bagaimanakah kelayakan *trainer* sebagai Alat praktikum pengujian rangkaian pembangkit PWM, buck *converter*, boost *converter* dan buck-boost *converter* di kelas XI SMK Muhammadiyah 1 Bantul?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan pengembangan *trainer* sebagai alat praktikum pengujian rangkaian pembangkit PWM, buck *converter*, boost *converter* dan buck-boost *converter* di kelas XI SMK Muhammadiyah 1 Bantul.
2. Mengetahui kelayakan *trainer* sebagai alat praktikum pengujian rangkaian pembangkit PWM, buck *converter*, boost *converter* dan buck-boost *converter* di kelas XI SMK Muhammadiyah 1 Bantul.

F. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan

Penelitian ini mengembangkan produk berupa *trainer* sebagai media praktikum Mata Pelajaran Penerapan Rangkaian Elektronika semester genap pada Kompetensi Dasar 4.11. Merencanakan rangkaian catu daya mode non-linier (*Switched Mode Power Supplies-SMPS*). *Trainer* yang dikembangkan diharapkan mampu membantu peserta didik mencapai indikator: 1) Pengujian perangkat keras rangkaian pembangkit PWM dengan IC *regulator switching* $\geq 20\text{kHz}$; 2) Pengujian perangkat keras rangkaian buck *converter* dengan frekuensi *switching* $\geq 20\text{kHz}$; 3) Pengujian perangkat keras rangkaian boost *converter* dengan frekuensi *switching* $\geq 20\text{kHz}$ 4) Pengujian perangkat keras rangkaian buck-boost *converter* dengan frekuensi *switching* $\geq 20\text{kHz}$. Media praktikum yang dikembangkan berupa *trainer* yang disertai dengan modul yang berisi petunjuk penggunaan.

G. Manfaat Penelitian

Dengan melakukan penelitian ini diharapkan akan memberikan manfaat bagi semua pihak. Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini antara lain:

1. Teoretis

Sebagai referensi penelitian pengembangan *trainer* sebagai peralatan praktikum pada kegiatan belajar mengajar, khususnya mata pelajaran Penerapan Rangkaian Elektronika.

2. Praktis

a. Bagi pendidik dan calon pendidik

Sebagai bahan pertimbangan dalam mengembangkan peralatan praktikum khususnya *trainer* praktikum.

b. Bagi peneliti

Sebagai sarana untuk menambah pengalaman bagi peneliti untuk melakukan penelitian lanjutan.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Peralatan Praktikum

Menurut Suharsimi Arikunto (1987: 10), secara garis besar benda-benda materiil yang ada di sekolah terbagi atas dua hal yaitu: prasarana pendidikan dan sarana pendidikan. Prasarana pendidikan merupakan sesuatu yang ada sebelum sarana (bangunan sekolah dan perabot sekolah) sedangkan sarana pendidikan adalah alat yang digunakan untuk mencapai sesuatu tujuan pendidikan (alat pelajaran, alat peraga dan media pengajaran).

Menurut Suharsimi Arikunto (1987: 11-12), peralatan praktikum termasuk dalam jenis alat pelajaran. Alat pelajaran adalah alat atau benda yang dipergunakan secara langsung oleh guru maupun murid dalam proses belajar mengajar. Alat pelajaran di sekolah menampakkan wujudnya dalam bentuk:

1. **Buku-buku**, baik buku-buku di perpustakaan maupun buku yang terdapat di kelas sebagai buku pegangan guru maupun buku pelajaran untuk diambil murid.
2. **Alat-alat peraga** yang digunakan oleh guru pada waktu mengajar, baik yang sifatnya tahan lama dan disimpan di sekolah maupun yang diadakan seketika oleh guru pada jam digunakan.

3. **Alat-alat praktik**, yang terdapat di dalam laboratorium, bengkel kerja dan ruang-ruang praktik (olah raga, kesenian dan sebagainya).
4. **Alat tulis-menulis** seperti papan tulis, penghapus, kapur, tongkat petunjuk, kayu penggaris, buku tulis, pensil, karet penghapus dan sebagainya.

Dari penjabaran di atas, bisa disimpulkan bahwa peralatan praktikum adalah peralatan yang terdapat di dalam laboratorium, bengkel kerja dan ruang praktik yang digunakan secara langsung oleh guru maupun murid dalam proses belajar mengajar.

2. *Trainer*

Jika dilihat dari segi bahasa, “*trainer*” merupakan istilah serapan dari bahasa Inggris. Dalam Kamus Bahasa Indonesia-Inggris (Echols & Shadily, 2010), *trainer* diartikan sebagai pelatih. Karena *trainer* dalam pengertian ini adalah sebuah benda, lebih tepatnya alat, maka bisa diartikan *trainer* merupakan alat yang berfungsi melatih penggunanya dengan tujuan tertentu.

Rusman (2012: 119) berpendapat *bahwa* sumber belajar merupakan segala sesuatu yang ada di luar diri individu siswa yang bisa digunakan untuk membuat/memudahkan terjadinya proses belajar pada diri sendiri/siswa. Dari pendapat tersebut, maka bisa dikatakan bahwa *trainer* merupakan salah satu bentuk sumber belajar.

Trainer bisa disebut sebagai salah *satu* jenis sumber belajar yang dirancang, dalam artian, sumber belajar tersebut dirancang secara seksama dengan memperhatikan tujuan pembelajaran, kompetensi siswa, materi pembelajaran,

silabus, indikator keberhasilan dan aspek-aspek lain yang penting dalam kegiatan pembelajaran.

3. *Mock-up*

Trainer diharapkan bisa membantu peserta didik mendapatkan pengalaman senyata mungkin seperti sedang melakukan praktik menggunakan benda aslinya. *Trainer* membantu pengguna mendapatkan pengalaman nyata dan gambaran dari benda asli sehingga pengguna mampu memahami prinsip, cara kerja, sifat, atau apapun dari benda asli setelah menggunakan *trainer* sebagai alat praktikum.

Jika dilihat dari tujuan dibuatnya *trainer* seperti yang dituliskan di atas, maka definisi *trainer* tidak berbeda dengan definisi *mock-up* yang dijabarkan oleh Brown, Lewis & Harclerode (1983). Mereka menjabarkan bahwa *mock-up* merupakan salah satu bentuk alat pembelajaran yang berupa benda nyata termodifikasi (*modified real things*).

Menurut Brown dkk. (1983: 297) benda nyata termodifikasi dibuat karena pada keadaan nyata dan asli suatu benda tidak dapat selalu tersedia ketika dibutuhkan. Walaupun jika itu ada, benda tersebut terlalu besar, terlalu rumit, terlalu berat, terlalu mahal atau terlalu berbahaya untuk digunakan. Contoh semisal pompa minyak pertambangan, ketika kita membutuhkannya sebagai alat pembelajaran, tentu kita tidak bisa menghadirkan benda nyata tersebut, akan tetapi kita bisa menggunakan benda termodifikasi semisal dengan diperkecil ukurannya.

Salah satu bentuk dari benda nyata termodifikasi adalah *mock-up* yang merupakan representasi dan penyederhanaan dari benda nyata dan dibuat dengan

mempertahankan komponen-komponen yang penting dan menghilangkan bagian yang tidak diperlukan. *Mock-up* dibuat dengan skala yang seimbang dan digunakan sebagai model kerja untuk memperagakan cara kerja dari benda aslinya. *Mock-up* bisa dibuat dengan menempatkan komponen di atas papan datar, dengan ditambah macam-macam alat untuk peragaan fungsi. *Mock-up* sangat luas digunakan untuk pelatihan industri serta sering dijumpai di sekolah-sekolah (Brown , Lewis, & Harclerode, 1983: 298).

Menurut Sudjana dan Rivai (2013: 168), *mock-ups* adalah suatu penyederhanaan susunan bagian pokok dari suatu proses atau sistem yang lebih ruwet. Susunan nyata dari bagian-bagian pokok itu diubah sehingga aspek-aspek utama dari suatu proses mudah dimengerti siswa.

Sedangkan menurut Suleiman (1981: 142), *mock-up* bisa juga disebut sebagai alat tiruan sederhana. *Mock-up* yang dimaksud adalah tiruan dari benda sebenarnya di mana sengaja dipilih bagian-bagian yang penting dan diperlukan saja dan dibuat sesederhana mungkin supaya mudah mempelajarinya.

4. Pengembangan *Trainer*

Untuk bisa mengembangkan produk dengan kualitas yang diakui maka perlu menggunakan metode yang sesuai dan benar. Metode penelitian dan pengembangan merupakan metode yang sering digunakan dalam mengembangkan produk. Menurut Soenarto (2013: 186), penelitian dan pengembangan yang istilah aslinya *Research & Development (R&D)* adalah penelitian yang bertujuan untuk menghasilkan produk. Dalam bidang pendidikan, produk tersebut dapat berupa

model pembelajaran, sistem evaluasi, modul pembelajaran, alat bantu pembelajaran dan sebagainya.

Dalam pengembangan produk, terdapat berbagai macam model pengembangan yang bisa digunakan, salah satunya model pengembangan dari Kemp & Dayton (1985). Dalam bukunya, Kemp & Dayton memaparkan lima langkah penting dalam pengembangan produk berupa media pembelajaran yaitu: 1) *Preliminary Planning*; 2) *The Kinds of Media*; 3) *Designing Media*; 4) *Producing Media*; 5) *Using and Evaluating Media*.

Alat bantu pembelajaran terdapat banyak macam seperti media pembelajaran, alat peraga, serta alat praktikum. Pada dasarnya, perbedaan antara media pembelajaran, alat peraga, alat praktikum dan alat bantu pembelajaran lainnya sangatlah tidak jelas. Perbedaan tersebut baru akan terlihat ketika alat bantu sedang digunakan, karena pada dasarnya suatu alat bisa digunakan sebagai media, alat peraga, alat praktik dan lain sebagainya, tergantung bagaimana alat tersebut digunakan. Sebagai contoh kita ambil bola sepak, bola sepak akan berperan sebagai alat praktikum ketika digunakan untuk kegiatan sepak bola. Akan tetapi bola sepak akan menjadi alat peraga ketika digunakan untuk menjelaskan materi tentang bola itu sendiri. Ketika digunakan untuk menjelaskan gaya gravitasi, yaitu bola akan jatuh dari atas ke bawah, maka bola berperan sebagai media.

Dari pemaparan di atas maka bisa disimpulkan bahwa pengembangan *trainer* tidak ubahnya seperti mengembangkan alat bantu mengajar lainnya, seperti media pembelajaran. Oleh sebab itu, kriteria/aspek yang diperhatikan juga tidak jauh

berbeda dengan aspek pengembangan media pembelajaran. Terdapat beberapa aspek yang perlu diperhatikan dalam hal pemilihan dan pengembangan media yang baik yaitu seperti yang dipaparkan oleh Brown dkk., Gerlach & Elly, Asyhar, serta Susilana & Riyana.

Brown dkk. (1983: 76-77) menyatakan bahwa dalam memilih media yang akan dibeli, dapat menggunakan beberapa kriteria berikut:

1. ***Content (isi)***, apakah alat sesuai dengan rencana pelajaran? Apakah tepat sasaran? Apakah *up-to-date*? Apakah sesuai dengan tingkat serta kemampuan siswa?
2. ***Purpose (tujuan)***, dengan maksud apa menggunakan alat tersebut dalam pembelajaran? Mengapa harus menggunakan alat tersebut?
3. ***Appropriateness (kelayakan)***, apakah alat cocok sebagai media komunikasi (penyampaian ilmu)? Contoh: jika topik membutuhkan peragaan gerakan, apakah alat bisa memperagakan gerakan?
4. ***Cost (biaya)***, apakah biaya yang dikeluarkan setara dengan hasil yang didapat? Mungkinkah terdapat alat lain dengan biaya lebih murah dengan kualitas sebanding?
5. ***Technical Quality (kualitas teknis)***, jika media berupa foto, apakah kualitasnya (warna, pencahayaan, sudut gambar, fokus) bagus?
6. ***Circumstance of use (kriteria penggunaan)***, apakah alat bisa digunakan sesuai keadaan lingkungan (listrik, luas meja, peralatan pendukung)? Apakah alat sesuai dengan kelompok besar atau individu?

7. **Learner verification (terverifikasi)**, apakah terdapat bukti bahwa alat dikembangkan menurut metode yang benar serta melalui beberapa uji coba dan revisi? Apakah karakteristik sampel siswa yang digunakan sesuai dengan karakteristik siswa yang dihadapi?
8. **Validation (tervalidasi)**, apakah terdapat data yang menunjukkan bahwa siswa dapat belajar secara akurat dan efisien menggunakan alat tersebut?

Menurut Gerlach & Elly (1980: 260-263), empat kriteria yang dapat digunakan dalam pemilihan media yaitu:

1. **Level of Sophistication (tingkatan pemahaman)**, apakah media sesuai dengan tingkatan siswa? Sebagai contoh: sebuah film yang menceritakan tentang kehidupan keluarga di India untuk pelajaran sosiologi SMA menawarkan gambaran bagus untuk pembelajaran perbandingan agama di universitas. Akan tetapi level bahasanya terlalu rendah untuk kelas universitas sehingga profesor mematikan suaranya dan menarasikan filmnya.
2. **Cost (biaya)**, biaya yang harus dikeluarkan untuk mengadakan alat serta dan apakah alat manfaatnya sesuai dengan harga yang harus dibayar?
3. **Availability (ketersediaan)**, ketersediaan alat pada tempat dan waktu yang diperlukan.
4. **Technical quality (kualitas teknis)**, secara teknis apakah kualitasnya bagus?

Asyhar (2012: 82-85) dalam bukunya juga memaparkan berbagai macam kriteria yang bisa digunakan sebagai pedoman dalam pemilihan media yaitu antara lain:

1. **Kesesuaian**, media yang dipilih harus sesuai dengan tujuan pembelajaran, karakteristik peserta didik dan materi yang dipelajari, serta metode atau pengalaman belajar yang diberikan kepada peserta didik.
2. **Kejelasan sajian**, isi harus jelas dan mudah dimengerti, contoh: beberapa buku teks menggunakan kalimat yang terlalu panjang dengan kosakata baru yang belum dimengerti. Hal ini tentu akan menyulitkan proses mempelajari dan memahami peserta didik.
3. **Kemudahan akses**, kemudahan akses untuk menggunakan atau mengadakan media tersebut.
4. **Keterjangkauan**, keterjangkauan di sini berkaitan dengan biaya (*cost*).
5. **Ketersediaan**, apakah media tersedia sesuai dengan tempat dan waktu yang diperlukan.
6. **Kualitas**, seberapa baik kualitas dari media tersebut.
7. **Ada alternatif**, apakah terdapat alternatif lain jika media tersebut tidak bisa diadakan?
8. **Interaktivitas**, apakah media bisa menjembatani kegiatan timbal balik antar siswa atau antara siswa dan guru.
9. **Organisasi**, apakah pengadaan media mendapat dukungan dari organisasi seperti sekolah?
10. **Kebaruan**, alat *up-to-date*.
11. **Berorientasi siswa**, artinya perlu dipertimbangkan keuntungan serta kemudahan apa yang akan didapat oleh siswa dengan media tersebut.

Kriteria umum yang dapat digunakan dalam pemilihan media menurut Susilana & Riyana (2008: 70-73) yaitu:

1. **Kesesuaian dengan tujuan**, perlu dikaji tujuan pembelajaran apa yang ingin dicapai. Analisis dapat diarahkan pada taksonomi tujuan Bloom, apakah tujuan bersifat kognitif, afektif atau psikomotorik?
2. **Kesesuaian dengan materi pembelajaran**, bahan apa yang akan diajarkan pada program pembelajaran? Sejauh mana kedalaman materi yang diajarkan?
3. **Kesesuaian dengan karakteristik pembelajar atau siswa**, dalam hal ini media harus familier dengan siswa/guru, contoh: media yang sesuai dengan kelompok kecil belum tentu sesuai dengan kelompok besar, media film tidak sesuai dengan murid yang punya keterbatasan penglihatan.
4. **Kesesuaian dengan teori**, didasarkan atas teori yang diangkat dari penelitian dan riset sehingga teruji validitasnya. Media harus merupakan bagian integral dari keseluruhan proses pembelajaran yang fungsinya untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pembelajaran.
5. **Kesesuaian dengan gaya belajar siswa**, sebagai contoh: kita harus memperhatikan apakah siswa merupakan tipe visual, auditorial atau kinestetik.
6. **Kesesuaian dengan kondisi lingkungan**, fasilitas pendukung dan waktu yang tersedia.

Menurut Asyhar (2012: 81-82), berikut beberapa kriteria media yang baik yang bisa diterapkan dalam pengembangan *trainer*:

1. **Jelas dan rapi**, media yang baik harus jelas dan rapi penyajiannya. Media yang kurang rapi dapat mengurangi kemenarikan dan kejelasan media tersebut sehingga fungsinya tidak maksimal dalam perbaikan pembelajaran.
2. **Bersih dan menarik**, bersih dalam hal ini berarti bersih dari hal-hal yang tidak perlu. Media yang kurang bersih cenderung akan mengganggu konsentrasi dan mengurangi kemenarikan media.
3. **Cocok dengan sasaran**, media yang efektif untuk kelompok kecil belum tentu efektif untuk kelompok besar, begitu juga dengan sebaliknya.
4. **Relevan dengan topik yang diajarkan**, media harus sesuai dengan karakteristik isi berupa fakta, konsep, prinsip, prosedural, atau generalisasi. Media harus selaras dan sesuai dengan kebutuhan tugas pembelajaran siswa.
5. **Sesuai dengan tujuan pembelajaran**, media yang baik adalah media yang sesuai dengan tujuan instruksional yang telah ditetapkan, yang secara umum mengacu kepada salah satu atau gabungan dari dua atau tiga ranah kognitif, afektif dan psikomotor.
6. **Praktis, luwes dan tahan**, media dapat digunakan di mana saja dan kapan saja dengan peralatan yang tersedia di sekitarnya, serta mudah dipindahkan dan dibawa ke mana-mana.
7. **Berkualitas baik**, kriteria media secara teknis harus bersifat baik. Misal, huruf yang digunakan harus bertipe tertentu dengan ukuran standar supaya mudah dibaca.

8. **Ukurannya sesuai dengan lingkungan belajar**, media dengan ukuran terlalu besar sulit digunakan dalam suatu kelas yang berukuran terbatas dan dapat menyebabkan kegiatan pembelajaran kurang kondusif.

Selain beberapa poin di atas, dalam mengembangkan *trainer* peneliti juga memperhatikan fungsi dari alat yang akan peneliti kembangkan. Asyhar (2012: 29-40) menuliskan beberapa fungsi media pembelajaran yang bisa digunakan sebagai patokan dalam pengembangan *trainer* yaitu:

1. **Media sebagai sumber belajar.**
2. **Fungsi semantik**, menambah perbendaharaan kata, istilah, tanda dan simbol.
3. **Fungsi manipulatif**, kemampuan media dalam menampilkan kembali suatu benda/peristiwa dengan berbagai cara, sesuai kondisi, situasi, tujuan dan sasarannya.
4. **Fungsi fiksatif**, kemampuan media untuk menangkap, menyimpan, menampilkan kembali suatu objek atau kejadian yang sudah lama terjadi.
5. **Fungsi distributif**, berarti bahwa dalam sekali penggunaan suatu materi, objek atau kejadian, dapat diikuti oleh peserta didik dengan jumlah besar dan jangkauan yang luas sehingga meningkatkan efisiensi.
6. **Fungsi atensi**, media dapat mengambil/menarik perhatian (*attention catcher*) siswa.
7. **Fungsi afektif**, media pembelajaran dapat menggugah perasaan, emosi dan tingkat penerimaan atau penolakan peserta didik terhadap materi pembelajaran.

8. **Fungsi kognitif**, media pembelajaran memberikan pengetahuan dan pemahaman baru kepada peserta didik tentang suatu hal.
9. **Fungsi psikomotorik**, media pembelajaran meningkatkan keterampilan praktis siswa.
10. **Fungsi imajinatif**, media pembelajaran menumbuhkan daya imajinasi (ide, kreativitas) siswa.
11. **Fungsi motivasi**, media pembelajaran dapat membangkitkan motivasi belajar siswa, sebab penggunaan media pembelajaran menjadikan pembelajaran lebih menarik dan memusatkan perhatian siswa.
12. **Fungsi sosiokultural**, media mampu memberikan rangsangan, memberikan pemahaman tentang perlunya menjaga keharmonisan dan saling menghargai perbedaan yang ada.

Untuk bisa mengembangkan *trainer* dengan tampilan yang menarik, maka peneliti juga memperhatikan beberapa poin penting dalam mendesain produk. Dalam bukunya, Duane & Preble (1994: 46) memaparkan beberapa unsur tampilan yang perlu diperhatikan dalam membuat desain yaitu: *line, shape, mass, space, time, motion, light, colour, serta texture (pattern)*.

Selain itu, dalam bukunya Duane & Preble juga memaparkan tujuh prinsip dalam mendesain yaitu: 1) *unity and variety*; 2) *balance*; 3) *emphasis and subordination*; 4) *directional forces*; 5) *contrast*; 6) *repetition and rhythm*, serta 7) *scale and proportion* (Duane & Preble, 1994: 88).

Selain memperhatikan desain tampilan, peneliti juga memperhatikan desain *trainer* secara teknis. Dikarenakan *trainer* yang dikembangkan merupakan peralatan elektronik, maka *trainer* harus mempertimbangkan kriteria desain teknis suatu peralatan elektronik.

Peneliti menggunakan buku yang ditulis oleh Raskhodoff sebagai referensi. Dalam bukunya, Raskhodoff (1982: 176) menjelaskan beberapa patokan yang biasa digunakan dalam mendesain peralatan elektronik, yaitu:

1. **Mechanical**, unit (ukuran, bentuk, berat), penempatan komponen dan pemasangannya, *dimensional tolerance*, perlindungan, *equipment marking*.
2. **Electrical**, fungsi jalur dan pengkabelan, pemilihan komponen (ukuran, rating elektrik, toleransi), interkoneksi internal dan eksternal.
3. **Functional**, reliabilitas, perawatan, aksesibilitas dan *human engineering* atau desain berdasarkan keterbatasan manusia (*visual display, controls, lettering, safety*).
4. **Environmental**, goncangan dan getaran, suhu ekstrem, anti garam dan anti jamur, dan pengoperasian di luar angkasa atau di bawah air.

Dari berbagai macam aspek/kriteria yang dipaparkan di atas, selanjutnya penulis merangkum beberapa aspek yang dapat digunakan sebagai pedoman dalam pengembangan serta penilaian kelayakan *trainer*. Beberapa aspek tersebut yaitu:

Tabel 1. Aspek pedoman pengembangan *trainer*

No	Aspek
1	Isi materi
2	Desain
3	Keadaan lingkungan
4	Unjuk kerja
5	Kebermanfaatan
6	Keabsahan alat
7	Biaya
8	Ketersediaan pada waktu dan tempat saat dibutuhkan

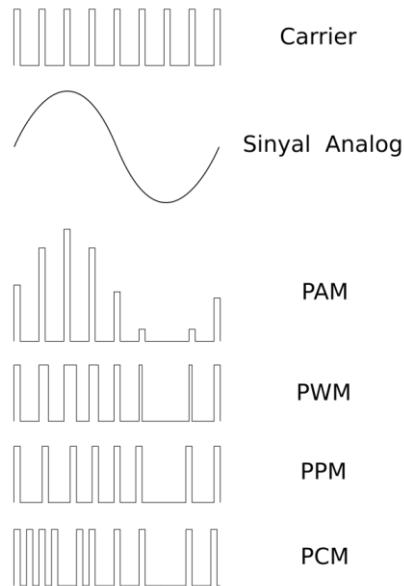
5. Mata Pelajaran Penerapan Rangkaian Elektronika

Mata pelajaran “Penerapan Rangkaian Elektronika” merupakan salah satu mata pelajaran yang disampaikan pendidik kepada siswa jurusan kelas XI Teknik Audio Video SMK Muhammadiyah 1 Bantul. Mata Pelajaran ini mengacu pada silabus “Penerapan Rangkaian Elektronika”. Dalam silabus tersebut mencakup Kompetensi Dasar “Merencanakan rangkaian catu daya mode non-linier (*Switched Mode Power Supplies-SMPS*)” dengan nomor KD yaitu 3. 11 dan 4. 11. KD tersebut mencakup pembelajaran tentang rangkaian PWM pengendali SMPS, rangkaian buck *converter*, rangkaian boost *converter* dan rangkaian buck-boost *converter*.

a. Rangkaian PWM

Kepanjangan PWM adalah *Pulse-Width Modulation* atau jika dalam bahasa Indonesia kurang lebih berarti Modulasi Lebar-Pulsa. PWM merupakan salah satu jenis dari 4 variasi modulasi pulsa (*pulse modulation*). Frenzel (2008: 229) menjelaskan bahwa *pulse modulation* adalah proses mengubah sinyal pulsa biner

untuk merepresentasikan informasi yang selanjutnya untuk dikirimkan. Pada PWM, hanya terdapat dua nilai/kondisi amplitudo, yaitu sinyal *high* dan *low* sedangkan untuk lebar pulsanya divariasi menurut amplitudo sinyal analog.

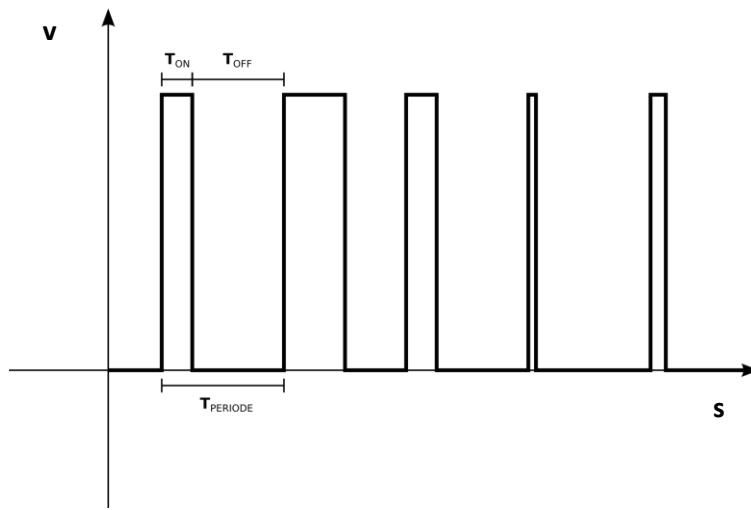


Gambar 1. *Pulse Modulation* (Modulasi Pulsa).

Pada Gambar 1 diperlihatkan bahwa sinyal pembawa (carrier) berupa sinyal pulsa biner. Diperlihatkan pula sinyal analog (informasi) yang nantinya akan dimodulasikan dengan sinyal pembawa. Terdapat 4 jenis pulse-modulation, yaitu PAM (Pulse Amplitude Modulation), PWM (Pulse Width Modulation), PPM (Pulse Position Modulation) dan PCM (Pulse Code Modulation).

Jika diperhatikan, pada PAM amplitudo sinyal pembawa divariasi berdasarkan informasi, sedangkan lebar pulsa dan frekuensi sinyal pembawa tetap. Pada PWM, lebar pulsa sinyal pembawa divariasi, sedangkan amplitudo dan

frekuensi tetap. Pada PPM, frekuensi sinyal pembawa divariasi, sedangkan amplitudo dan lebar pulsa tetap. Terakhir, untuk PCM metodenya sedikit berbeda yaitu informasi diubah menjadi kode digital (angka biner) dengan metode tertentu, selanjutnya kode tersebut dipresentasikan dalam bentuk sinyal pembawa, amplitudo tinggi (*high*) berarti 1 sedangkan amplitudo rendah (*low*) berarti 0.



Gambar 2. *Pulse Width Modulation (PWM)*.

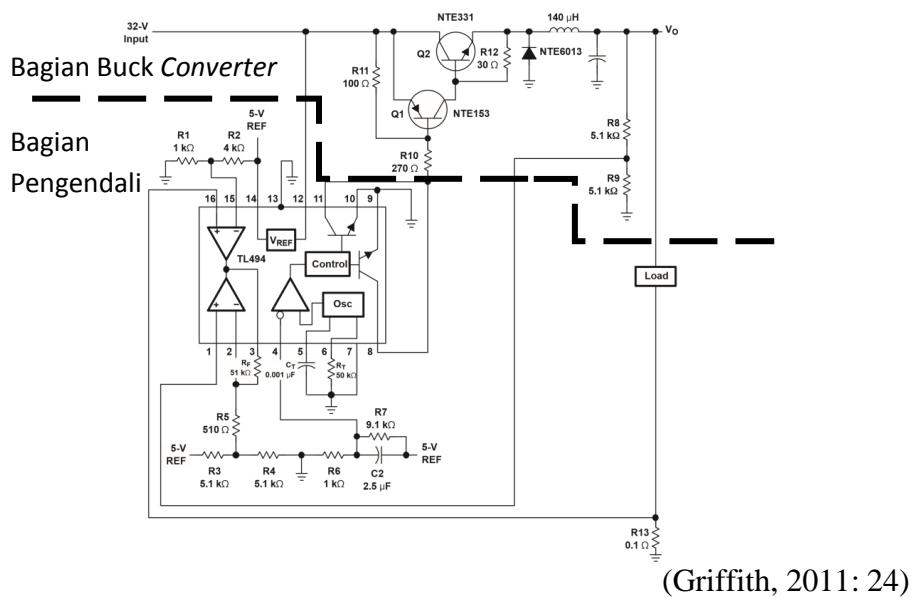
Dalam modulasi PWM dikenal istilah *duty cycle* yang bisa diartikan sebagai perbandingan antara lamanya amplitudo *high* (T_{on}) dan periode sinyal ($T_{periode}$). Secara matematis dapat ditulis dengan persamaan berikut:

$$D = \frac{T_{on}}{T_{periode}} \quad (\text{II.1})$$

atau

$$D = \frac{T_{on}}{T_{periode}} \times 100\% \quad (\text{II.2})$$

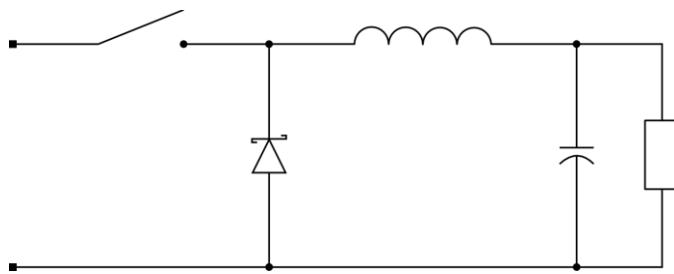
Rangkaian PWM bisa menggunakan IC 555 atau menggunakan IC khusus PWM semisal IC TL494 yang merupakan IC yang sering digunakan sebagai pengendali pada rangkaian SMPS. IC khusus pengendali PWM semisal IC TL494 di dalamnya sudah terintegrasi unit pengendali frekuensi, pengendali tegangan output, rangkaian umpan balik (*feedback*) rangkaian pengaman dan lain sebagainya. Untuk menggunakan IC tersebut, biasanya kita hanya perlu mengkonfigurasi berdasarkan *datasheet* IC yang bersangkutan. Semisal untuk IC TL494, yang kita perlukan adalah mengkonfigurasi frekuensi PWM (*oscillator*) dengan cara memvariasi nilai dari RT atau CT sesuai keinginan. Selain itu kita juga bisa menentukan besaran tegangan output dari rangkaian yang kita kendalikan dengan cara mengkonfigurasi pada bagian *error amplifier*. Berikut pada Gambar 3 merupakan contoh penggunaan IC TL494 pada rangkaian buck *converter* dengan frekuensi osilasi kurang lebih 200 kHz dan tegangan output sebesar 5 V.



Gambar 3. Rangkaian buck *converter* dengan IC pengendali TL494.

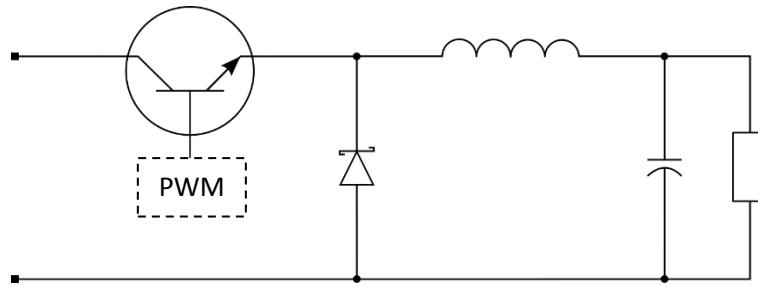
b. Rangkaian Buck Converter

Malvino dan Bates (2007: 977-979) menjelaskan bahwa rangkaian buck merupakan salah satu rangkaian *regulator* pada *Switching Mode Power Supply (SMPS)*. Rangkaian *regulator* ini pada dasarnya termasuk kelas DC-DC converter, sehingga rangkaian buck bisa disebut sebagai rangkaian *regulator* DC maupun rangkaian *converter* DC-DC. Rangkaian buck akan mengubah tegangan input DC menjadi tegangan output DC dengan nilai lebih kecil. Bisa dikatakan rangkaian ini berfungsi sebagai penurun tegangan DC (step-down).



Gambar 4. Rangkaian buck converter.

Buck converter merupakan topologi dasar/sederhana untuk *regulator switching*. Rangkaian buck converter ditunjukkan pada Gambar 4. Sakelar bisa diganti menggunakan transistor BJT maupun FET (lihat Gambar 5). Sinyal PWM berupa sinyal kotak, berfungsi untuk membuka-tutup sakelar (transistor). Sinyal umpan balik berfungsi untuk mengontrol *duty cycle* sinyal PWM.

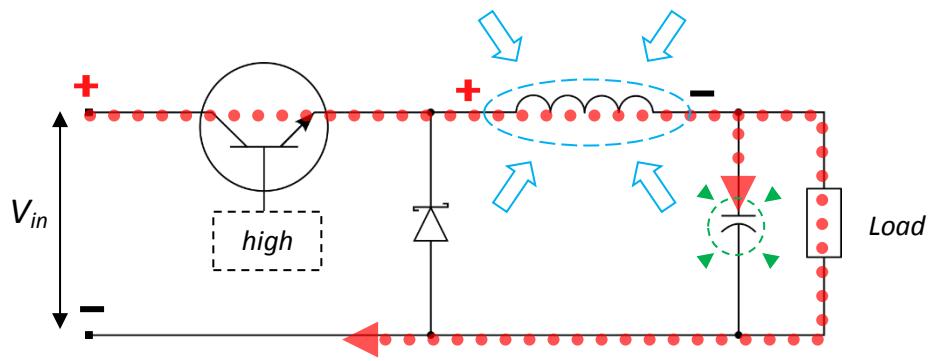


Gambar 5. Rangkaian buck *converter* dengan BJT sebagai sakelar.

Pada saat sinyal PWM *high (on)*, BJT berakting selayaknya sakelar dalam keadaan tertutup, sehingga arus listrik bisa melewati BJT. Pada keadaan ini, dioda dalam keadaan reverse-bias karena polaritas pada kaki katoda lebih tinggi dibanding dengan polaritas pada kaki anoda, sehingga semua arus input mengalir melalui induktor. Arus ini membentuk medan magnet di sekitar induktor, sehingga menimbulkan perbedaan polaritas pada kedua ujung induktor. Ujung di mana arus listrik masuk melalui induktor berpolaritas positif (+), sedangkan ujung satunya berpolaritas negatif (-). Besarnya energi yang tersimpan di dalam medan magnet adalah:

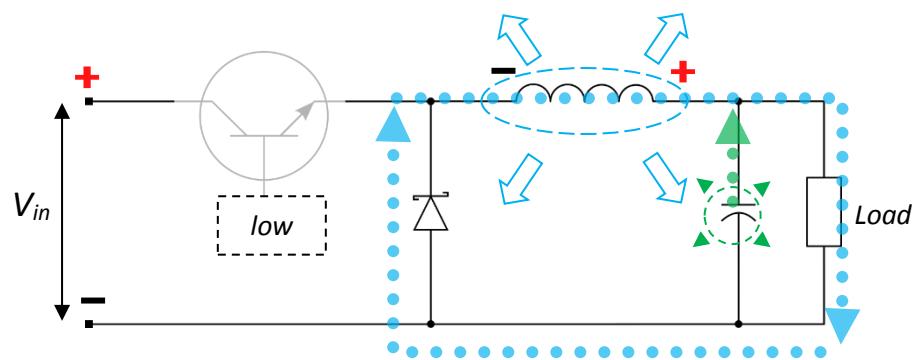
$$Energi = 0,5Li^2 \quad (\text{II.3})$$

Setelah induktor terisi penuh, sebagian arus listrik selanjutnya mengisi kapasitor dan sebagian yang lain menuju ke beban (*load*).



Gambar 6. Rangkaian buck converter saat PWM high (sakelar tertutup).

Saat PWM *low (off)*, BJT berakting selayaknya sakelar dalam keadaan terbuka, sehingga arus listrik tidak bisa melewati BJT. Energi yang terkumpul dalam induktor kemudian dilepaskan dalam bentuk energi listrik. Polaritas ujung-ujung induktor berubah (berbalik polaritasnya), sehingga menyebabkan dioda berubah keadaan menjadi forward-bias dikarenakan polaritas pada kaki anoda lebih tinggi dibanding dengan polaritas pada kaki katoda. Dalam keadaan ini, arus mengalir dari induktor dan kapasitor bersatu menuju beban kemudian terus melalui dioda, sehingga didapat rangkaian tertutup dengan induktor dan kapasitor sebagai sumber daya.



Gambar 7. Rangkaian buck converter saat PWM low (sakelar terbuka).

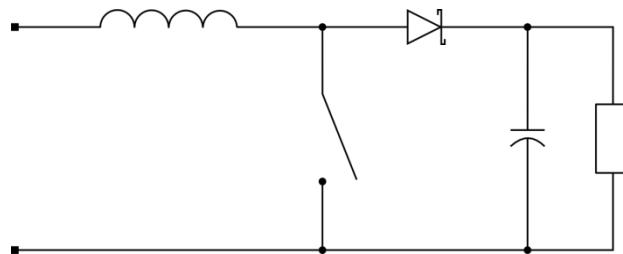
Sakelar secara terus menerus membuka dan menutup. Frekuensi buka tutup sakelar bervariasi antara 10 kHz sampai lebih dari 100 kHz (beberapa IC bisa lebih dari 1 MHz). Dengan input yang stabil dan dioda yang ideal, tegangan kotak akan muncul pada bagian *filter choke*-input. Output *filter choke*-input sama dengan tegangan DC atau rata-rata dari nilai input dari *filter*. Rata-rata nilai tergantung dengan besarnya *duty cycle*, dapat dituliskan dengan persamaan:

$$V_{out} = DV_{in} \quad (\text{II.4})$$

Dari persamaan tersebut, kita bisa mengetahui bahwa *duty cycle* mempengaruhi besarnya tegangan output (V_{out}). Jika *duty cycle* minimal maka besarnya tegangan output minimal, yaitu 0 volt, sedangkan jika PWM maksimal maka besarnya tegangan output maksimal, yaitu sama dengan tegangan input.

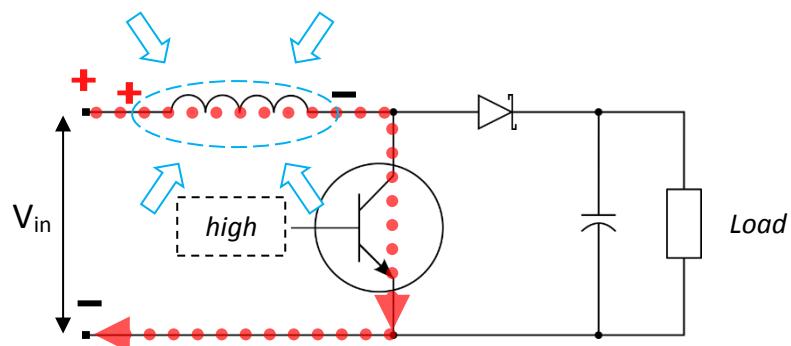
c. Rangkaian Boost Converter

Malvino dan Bates (2007: 979-980) menjelaskan bahwa rangkaian boost merupakan salah satu dari rangkaian dasar pada topologi *regulator switching* selain rangkaian buck. Perbedaan mendasar dengan rangkaian buck adalah rangkaian boost berfungsi untuk menaikkan tegangan DC (step-up). Sama dengan rangkaian buck, rangkaian ini terdiri dari komponen utama yaitu sakelar, dioda, induktor, kapasitor, pengendali (PWM) dan rangkaian umpan balik. Sakelar bisa diganti dengan komponen BJT.



Gambar 8. Rangkaian boost converter.

Ketika pertama kali rangkaian bekerja dan sinyal PWM dalam keadaan *high* (*on*) BJT berakting seperti sakelar tertutup, sehingga seolah-olah terjadi short (hubung singkat). Arus listrik mengalir melalui induktor, menyebabkan terjadinya penimbunan energi pada induktor dan menyebabkan perbedaan polaritas antara kaki-kaki induktor (lihat Gambar 9). Pada keadaan ini dioda dalam keadaan reverse-bias dikarenakan polaritas kaki anoda lebih rendah dibanding dengan polaritas kaki katoda. Dikarenakan dioda dalam keadaan reverse-bias, maka arus mengalir melalui BJT. Dikarenakan muatan kapasitor kosong, maka tidak ada arus beban yang mengalir.

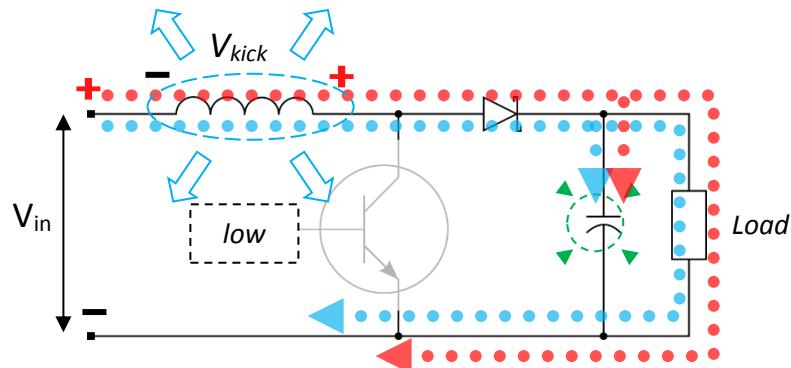


Gambar 9. Rangkaian boost converter saat PWM *high* (sakelar tertutup) dan pertama kali menyala.

Ketika PWM dalam keadaan *low* (*off*), BJT berakting selayaknya sebuah sakelar dalam keadaan terbuka. Dalam keadaan tersebut, arus dari sumber mengalir langsung menuju beban dan sebagian mengisi kapasitor. Selain arus dari sumber, juga terdapat arus yang berasal dari induktor. Sehingga besarnya tegangan total (V_p) adalah jumlah dari tegangan input (V_{in}) dan tegangan induktor (V_{kick}).

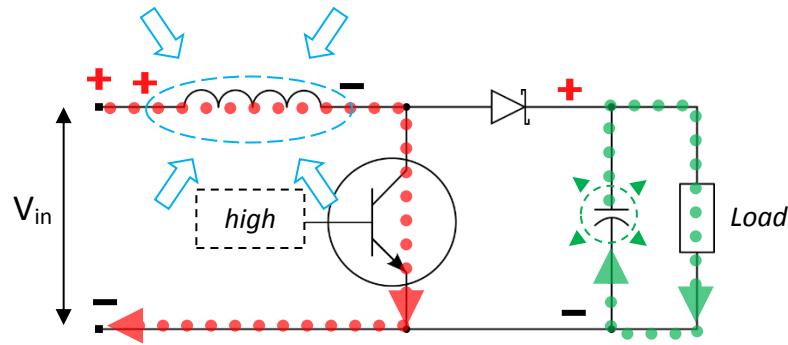
$$V_p = V_{in} + V_{kick} \quad (\text{II.5})$$

Besarnya V_{kick} tergantung seberapa besar energi yang tersimpan di dalam induktor, sehingga besarnya V_{kick} dipengaruhi oleh *duty cycle* dari PWM. Jika *duty cycle* minimal maka besarnya tegangan output akan minimal, yaitu sama dengan tegangan input, sedangkan jika PWM maksimal maka besarnya tegangan output akan maksimal.



Gambar 10. Rangkaian boost *converter* saat PWM *low* (sakelar terbuka).

Ketika PWM dalam keadaan *high* (*on*) lagi, maka BJT akan kembali berakting seperti sakelar tertutup. Akan tetapi, dikarenakan sebelumnya kapasitor telah terisi, maka pada fase ini beban akan teraliri arus yang bersumber dari kapasitor, untuk lebih jelasnya lihat Gambar 11.



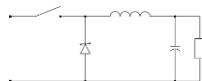
Gambar 11. Rangkaian boost saat PWM *high* (sakelar tertutup) dan kapasitor sudah terisi.

Dengan tegangan input yang stabil, tegangan kotak akan muncul pada bagian input *filter* kapasitor-input. Oleh karena itu, tegangan output kurang lebih sama dengan tegangan puncak yang tertulis pada formula. Dikarenakan V_{kick} selalu lebih besar dari nol dan V_p selalu lebih besar dari V_{in} sehingga rangkaian ini akan selalu menaikkan tegangan input.

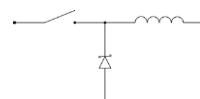
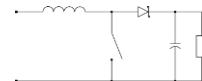
d. Rangkaian Buck-Boost Converter

Untuk mendapatkan rangkaian buck-boost, bisa dilakukan dengan cara menggabungkan rangkaian buck dan rangkaian boost seperti diperlihatkan pada Gambar 12.

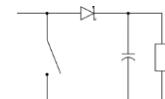
Buck Converter



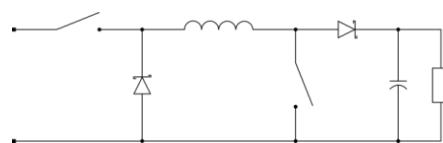
Boost Converter



digabung

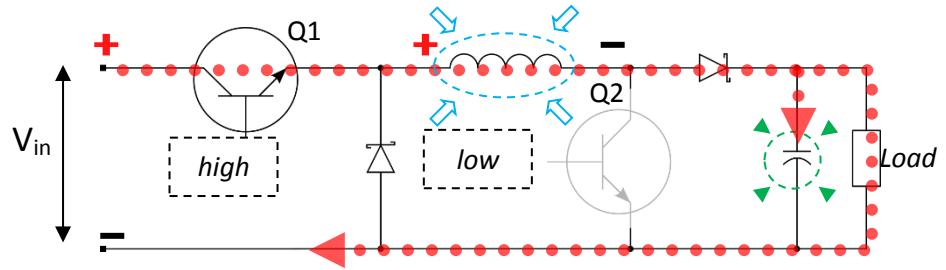


Buck-Boost Converter

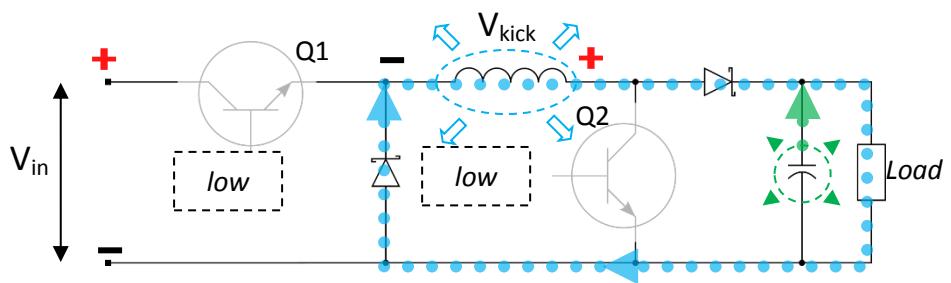


Gambar 12. Rangkaian buck-boost converter.

Sekarang kita lihat rangkaianya setelah sakelarnya diganti menggunakan BJT. Q1 merupakan BJT yang digunakan untuk mengendalikan V_{out} ketika rangkaian berakting sebagai rangkaian buck. Sedangkan Q2 merupakan BJT yang digunakan untuk mengendalikan V_{out} ketika rangkaian berakting sebagai rangkaian boost. Ketika rangkaian berakting sebagai rangkaian buck, maka V_{out} yang diharapkan bernilai $\leq V_{in}$. Untuk mendapatkan nilai V_{out} seperti yang diinginkan, maka *duty cycle* PWM pengendali Q2 akan selalu bernilai 0% sehingga mematikan Q2. Sedangkan *duty cycle* PWM pengendali Q1 besarnya akan bervariasi untuk mendapatkan nilai V_{out} seperti yang diinginkan. Bisa dikatakan jika rangkaian berakting sebagai rangkaian buck maka Q2 akan selalu non-aktif. Untuk lebih jelasnya lihat Gambar 13 dan Gambar 14.

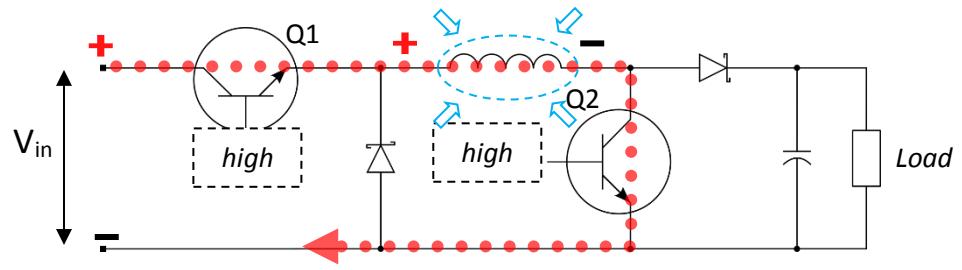


Gambar 13. Rangkaian sebagai buck *converter* dengan Q1 sebagai sakelar tertutup dan Q2 sebagai sakelar terbuka.

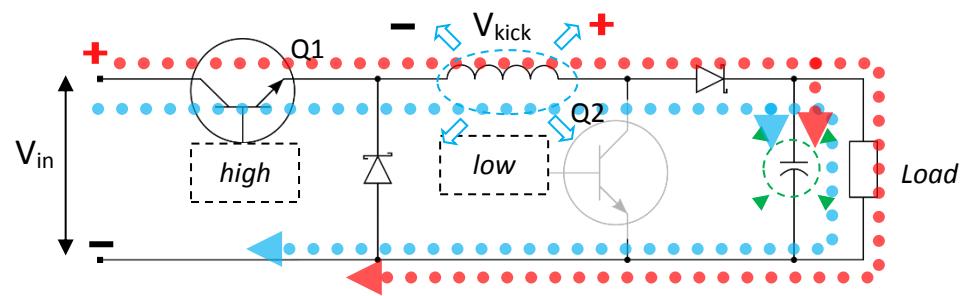


Gambar 14. Rangkaian sebagai buck *converter* dengan Q1 dan Q2 sebagai sakelar terbuka.

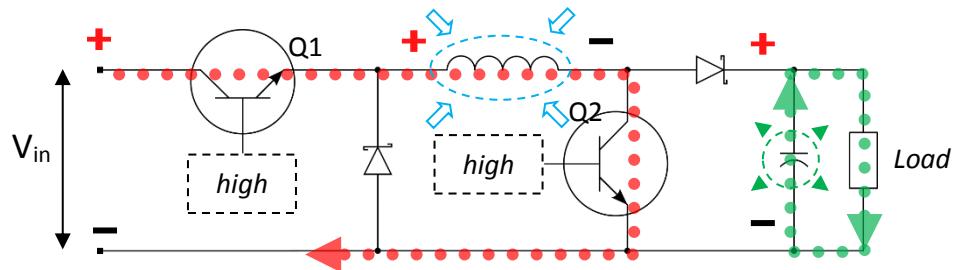
Ketika rangkaian berakting sebagai rangkaian boost, maka V_{out} yang diharapkan bernilai $\geq V_{in}$. Untuk mendapatkan nilai V_{out} tersebut, maka *duty cycle* PWM pengendali Q1 akan selalu bernilai 100% sehingga akan mengaktifkan Q1. Sedangkan nilai *duty cycle* PWM pengendali Q2 nilainya bervariasi untuk mendapatkan nilai V_{out} seperti yang diinginkan. Bisa dikatakan, ketika rangkaian berakting sebagai rangkaian boost maka Q1 akan selalu aktif. Untuk lebih jelasnya lihat Gambar 15, Gambar 16 dan Gambar 17.



Gambar 15. Rangkaian sebagai boost *converter* dengan Q1 dan Q2 sebagai sakelar tertutup pada saat pertama kali rangkaian menyala.



Gambar 16. Rangkaian sebagai boost *converter* dengan Q1 sebagai sakelar tertutup dan Q2 sakelar terbuka.



Gambar 17. Rangkaian sebagai boost *converter* dengan Q1 dan Q2 sebagai sakelar tertutup dan kapasitor sudah terisi.

6. Pengujian Rangkaian

a. Pengujian Rangkaian PWM

Pengujian Rangkaian PWM dilakukan dengan melakukan pengujian dan pengamatan unjuk kerja rangkaian dalam menghasilkan sinyal PWM. Menurut apa yang tertulis pada silabus, rangkaian PWM diharapkan mempunyai spesifikasi frekuensi PWM sebesar 20 kHz. Dikarenakan hal tersebut, maka nantinya sinyal PWM yang dihasilkan oleh rangkaian akan diamati, apakah sudah sesuai ketentuan. Cara untuk mengetahui besarnya frekuensi bisa dilakukan dengan mengamati T_{on} serta T_{off} . Selanjutnya bisa diketahui besaran nilai $T_{periode}$ dengan cara menjumlahkan besaran nilai T_{on} dengan T_{off} . Setelah kita mengetahui nilai TPERIODE maka besarnya frekuensi dapat diketahui dengan mudah. Berikut penulisannya secara matematis:

$$f_{osc} = \frac{1}{T_{on} + T_{off}} = \frac{1}{T_{periode}} \quad (\text{II.6})$$

Untuk melakukan pengujian ini dibutuhkan oscilloscope yang nantinya akan digunakan untuk melihat bentuk sinyal PWM.

b. Pengujian Rangkaian *Converter*

Untuk pengujian rangkaian *converter* bisa menggunakan pedoman *application note* dari Tektronix (2016), Ericsson (2010), Rohde & Schwarz (2013). Pada application note tersebut terdapat beberapa parameter yang biasa digunakan untuk menguji DC-DC *converter*. Dari beberapa pilihan parameter, dipilih beberapa parameter yaitu efisiensi daya dan ripple tegangan output. Ditambah dengan mengamati perubahan *duty cycle*, pada setiap terjadi perubahan V_{out} dan I_{out} .

Untuk bisa mengamati parameter tersebut dengan baik maka yang harus diperhatikan ketika melakukan praktikum adalah V_{out} , V_{in} , I_{out} , serta I_{in} untuk mengamati parameter efisiensi daya, serta T_{on} dan T_{off} untuk mengamati parameter *duty cycle*. Untuk mengamati parameter ripple tegangan, maka yang harus diperhatikan adalah bentuk sinyal V_{out} .

Untuk bisa mengamati parameter efisiensi daya, alat yang diperlukan adalah voltmeter serta ammeter sedangkan untuk mengamati ripple serta *duty cycle* dibutuhkan oscilloscope.

B. Kajian Penelitian yang Relevan

1. Penelitian yang dilakukan oleh Setio Fatkhurozi (2012) tentang “*Trainer Pesawat Penerima Radio AM/FM sebagai Media Pembelajaran* untuk kelas XI Teknik Audio Video di SMK Negeri 3 Yogyakarta” mengungkapkan bahwa pengembangan produk meliputi beberapa langkah yaitu: 1) Desain; 2) Implementasi; 3) Pengujian; 4) Validasi; 5) Uji coba pemakaian. Metode yang digunakan dalam pengumpulan data meliputi: 1) Pengujian dan pengamatan unjuk kerja; 2) Angket penelitian. Data hasil penelitian menunjukkan bahwa: 1) Evaluasi validasi ahli media dinyatakan sangat layak, dengan persentase bernilai 86,40%; 2) Validasi ahli materi dinyatakan sangat layak, dengan persentase bernilai 90,7%; 3) Uji kelayakan dengan pemakai skala besar dinyatakan layak, dengan persentase bernilai 67,05%.
2. Penelitian yang dilakukan oleh Dikka Pragola (2015) tentang “*Pengembangan Trainer Sistem Kendali Posisi Motor DC sebagai Media Pembelajaran Robotika*” mengungkapkan bahwa model pengembangan yang

- digunakan adalah metode *Analyze, Design, Development, Implement, Evaluate (ADDIE)*. Data hasil penelitian menunjukkan bahwa: 1) Aspek kemanfaatan media dinyatakan sangat layak dengan distribusi frekuensi sebesar 62,5%; 2) Aspek rekayasa perangkat keras dan lunak dinyatakan sangat layak dengan distribusi frekuensi sebesar 50%; 3) Aspek relevansi materi dinyatakan layak dengan distribusi frekuensi sebesar 50%; 4) Aspek komunikasi visual dinyatakan layak dengan distribusi frekuensi sebesar 50%; 5) Aspek teknis dinyatakan layak dengan distribusi frekuensi sebesar 50%. Penggunaan *trainer* sistem kendali posisi motor DC mampu meningkatkan persentase kelulusan peserta didik dari 12,5% menjadi 68,75%.
3. Penelitian yang dilakukan oleh Wisnu Tri Nugraha (2015) tentang “Pengembangan *Trainer Kit Fleksibel* untuk Mata Pelajaran Teknik Mikrokontroller dan Robotik pada Program Keahlian Teknik Audio Video di SMK Negeri 3 Yogyakarta” mengungkapkan bahwa metode pengembangan yang digunakan adalah metode *Analyze, Design, Development, Implement, Evaluate (ADDIE)*. Data hasil penelitian menunjukkan bahwa: 1) Aspek kualitas materi dinyatakan layak dengan persentase sebesar 78,35%; 2) Aspek pengoperasian media dinyatakan layak dengan persentase sebesar 68,19%; 3) Aspek pembelajaran dinyatakan layak dengan persentase sebesar 79,09%. Sehingga secara keseluruhan, peralatan dinyatakan layak dengan persentase sebesar 75,21%.
4. Penelitian yang dilakukan oleh Pipit Utami (2010) tentang “Pengembangan *Sequential Digital Teaching Media (SDTM)* pada Mata Pelajaran Teknik

Kontrol Di Kelas XI Program Keahlian Teknik Audio Video SMK Negeri 2 Yogyakarta Tahun Ajaran 2010/2011” mengungkapkan bahwa penelitian pengembangan yang dilakukan terdiri dari tahap perencanaan, pengembangan dan evaluasi. Data hasil penelitian menunjukkan bahwa: 1) Pada tahap reviu ahli materi, SDTM dinyatakan sangat layak dengan skor kelayakan bernilai 91%; 2) pada tahap reviu ahli media, SDTM dinyatakan sangat layak dengan skor kelayakan bernilai 95%; 3) pada tahap evaluasi satu-satu, SDTM dinyatakan sangat layak dengan skor kelayakan bernilai 85,56%; 4) pada tahap evaluasi lapangan, SDTM dinyatakan sangat layak dengan skor kelayakan bernilai 86,53%. Sehingga secara keseluruhan dapat diambil kesimpulan bahwa SDTM dinyatakan sangat layak.

5. Penelitian yang dilakukan oleh Bekti Wulandari dkk. (2015) tentang “Pengembangan *Trainer Equalizer Grafis Dan Parametris Sebagai Media Pembelajaran Mata Kuliah Praktik Sistem Audio”* mengungkapkan bahwa penelitian pengembangan yang dilakukan merujuk pada model yang ditawarkan oleh Lee dan Owens. Prosedur penelitian menggunakan tahapan asesmen/analisis, tahapan desain, tahapan implementasi dan tahapan evaluasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perolehan persentase aspek kualitas media belajar sebesar 4,31, sedangkan untuk modul pendamping memperoleh skor 4,42. Persentase secara keseluruhan yaitu sebesar 4,36. Sedangkan dari uji coba pemakaian oleh mahasiswa media pembelajaran ini memperoleh skor penilaian media equalizer sebesar 4,47 dan untuk penilaian modul

- pendamping sebesar 4,36. Tingkat validasi dan tingkat kelayakan media dikategorikan sangat baik.
6. Penelitian yang dilakukan oleh Kadarisman & Suprapto (2011) tentang “Pengembangan Modul Praktikum Mikrokontroler (AVR) Menggunakan Perangkat Lunak Proteus Professional V7.5 SP3” mengungkapkan bahwa penelitian pengembangan yang dilakukan melalui tahap analisis kebutuhan, desain, implementasi dan pengujian. Hasil unjuk kerja modul dinyatakan sangat memadai. Pengujian secara simulasi hardware cukup memadai. Sedangkan untuk pengujian secara software sangat memuaskan. Uji kelayakan/kemanfaatan untuk semua item (12 item) pada kategori cukup layak, dengan catatan item kelancaran teknis saat digunakan dan item tingkat fleksibilitas untuk dimodifikasi pada kategori layak persentasenya tidak terlalu tinggi.
 7. Penelitian yang dilakukan oleh Nuryake Fajaryati dkk (2016) tentang “*E-Module Development for The Subject of Measuring Instruments and Measurement In Electronics Engineering Education*” mengungkapkan bahwa penelitian pengembangan yang dilakukan merujuk pada model yang ditawarkan oleh Lee dan Owens. Prosedur penelitian menggunakan tahapan asesmen/analisis, tahapan desain, tahapan implementasi dan tahapan evaluasi. Hasil penelitian berdasarkan alpha test menunjukkan hasil yang sangat baik. Hasil pada beta test pada segi materi/evaluasi/multimedia dianggap layak/sangat layak. Sedangkan dari segi penggunaan, e-modul dianggap layak.

C. Kerangka Pikir

Ketersediaan alat praktikum saat kegiatan praktikum adalah suatu keharusan. Alat praktikum yang tepat bisa sangat membantu kegiatan praktikum, memudahkan peserta didik menyerap kegiatan pembelajaran dan membantu guru dalam menyampaikan ilmu. Inovasi alat bantu pendidikan, dalam hal ini alat praktikum adalah sesuatu yang sangat penting. Dengan adanya inovasi tersebut diharapkan dapat memajukan pendidikan yang ada di Indonesia.

Oleh sebab alasan di atas, peneliti akan melakukan penelitian dan pengembangan yang berjudul “*Trainer* sebagai Alat Praktikum Pengujian Rangkaian Pembangkit PWM, Buck *Converter*, Boost *converter* dan Buck-Boost *Converter* pada Mata Pelajaran Penerapan Rangkaian Elektronika di SMK Muhammadiyah 1 Bantul”. Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan *trainer* untuk digunakan dalam kegiatan praktikum pengujian rangkaian PWM, rangkaian buck, rangkaian boost dan rangkaian buck-boost. Produk hasil penelitian diharapkan dapat berfungsi sesuai dengan tujuan dan layak digunakan sebagai alat praktikum.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan *trainer* serta mengetahui kelayakan *trainer* sebagai alat praktikum, sehingga penelitian ini cocok menggunakan metode penelitian dan pengembangan yang dilakukan melalui: a) studi pendahuluan (*preliminary planning*) tentang produk yang akan dikembangkan, dilakukan pada kondisi kontekstual di lapangan di mana penelitian akan dilakukan; b) perencanaan jenis media (*the kinds of media*) berdasarkan studi awal; c) desain produk (*designing media*) berdasarkan data yang telah terkumpul; d) pembuatan

produk awal (*producing media*) berdasarkan desain yang telah direncanakan; e) validasi produk melalui uji coba lapangan (*using and evaluating media*), revisi dan penyempurnaan produk.

D. Pertanyaan Penelitian

1. Peralatan seperti apakah yang dibutuhkan dalam melakukan praktikum pengujian rangkaian pembangkit PWM, buck *converter*, boost *converter* dan buck-boost *converter* di kelas XI SMK Muhammadiyah 1 Bantul?
2. Bagaimanakah kelayakan *trainer* sebagai peralatan praktikum pengujian rangkaian pembangkit PWM, buck *converter*, boost *converter* dan buck-boost *converter* di kelas XI SMK Muhammadiyah 1 Bantul?

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Model Pengembangan

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengetahui kelayakan dari *trainer* sebagai alat praktikum pengujian rangkaian PWM, buck *converter*, boost *converter* dan buck-boost *converter* pada mata pelajaran Penerapan Rangkaian Elektronika di SMK Muhammadiyah 1 Bantul.

Untuk mencapai tujuannya, penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan. Menurut Soenarto (2013: 186), penelitian dan pengembangan yang istilah aslinya *research & development (R&D)* adalah penelitian yang bertujuan untuk menghasilkan produk. Dalam bidang pendidikan, produk tersebut dapat berupa model pembelajaran, sistem evaluasi, modul pembelajaran, alat bantu pembelajaran dan sebagainya.

Dalam pengembangan produk, penelitian ini menggunakan model pengembangan dari Kemp & Dayton (1985) sebagai berikut:

1. **Preliminary Planning**, perencanaan awal yaitu dimulai dengan perencanaan tujuan, ide awal, generalisasi ide, observasi awal, dan sebagainya.
2. **The Kinds of Media**, merencanakan serta menentukan jenis media yang akan dibuat berdasarkan studi awal.

3. ***Designing Media***, mendesain media yaitu dengan membuat desain awal, menentukan peralatan yang dibutuhkan, menentukan biaya, menentukan waktu, dan sebagainya.
4. ***Producing Media***, pembuatan awal berdasarkan desain yang telah dilakukan.
5. ***Using and Evaluating Media***, mengevaluasi media dengan ahli dan dengan cara diujicobakan kepada pengguna (siswa).

B. Prosedur Pengembangan

1. *Preliminary Planning*

Peneliti menganalisa segala aspek yang mungkin berpengaruh dalam melakukan penelitian. Pada tahapan ini, peneliti mengumpulkan informasi sebanyak-banyaknya yang nantinya digunakan untuk melakukan desain pemecahan masalah (desain produk). Untuk itu diperlukan beberapa langkah yang harus dilakukan, antara lain yaitu:

1. ***Analisis keadaan***, menganalisa keadaan lapangan seperti keadaan sekolah, keadaan siswa, keadaan guru dan sebagainya. Pada tahap ini dilakukan dengan melakukan observasi langsung.
2. ***Analisis Materi***, pada tahap ini peneliti melakukan analisis kebutuhan materi yang diperlukan dalam penelitian. Materi ini selanjutnya digunakan untuk menganalisa kebutuhan, melakukan desain produk, pembuatan modul dan sebagainya. Materi yang dimaksud antara lain silabus Penerapan Rangkaian Elektronika, materi tentang SMPS dan lain sebagainya.
3. ***Membuat Perencanaan***, pada tahap ini peneliti membuat rencana kerja yang nantinya digunakan sebagai pedoman pengerjaan penelitian sekaligus untuk

memudahkan pengecekan ulang pada akhir penelitian. Dengan adanya perencanaan, maka langkah-langkah kerja akan terstruktur dengan rapi dan tidak akan melenceng dari tujuan awal penelitian. Perencanaan yang dibuat dituangkan di atas kertas (bagan alir, tulisan dan sebagainya), atau tidak dituangkan (dalam angan-angan).

2. *The Kinds of Media*

Setelah informasi yang didapat dari studi awal cukup lengkap maka langkah selanjutnya adalah penentuan jenis media yang akan dibuat. Pada tahap ini peneliti memilih jenis media yang akan dibuat yaitu berupa *trainer* yang selanjutnya bisa digunakan dalam kegiatan praktikum pada mata pelajaran yang bersangkutan.

3. *Designing Media*

Jika seluruh informasi yang diperlukan untuk penelitian telah mencukupi, maka tahap selanjutnya adalah desain. Berikut tahap-tahap desain yang dilakukan:

1. **Desain Produk**, desain produk meliputi desain *trainer* dan desain modul. Desain produk meliputi desain fungsi, desain bentuk, spesifikasi produk, fitur produk dan aspek lain yang dirasa berpengaruh penting dalam proses pembelajaran. Desain dilakukan berdasarkan informasi yang telah terkumpul dan memperhatikan aspek keterbatasan dalam pengembangan, seperti keterbatasan waktu, keterbatasan biaya, keterbatasan kemampuan, dan sebagainya. Desain berupa tulisan, sketsa gambar atau diagram alir. Selanjutnya sketsa gambar akan digambar ulang menggunakan software Inkscape. Penggambaran ulang dengan bantuan komputer bertujuan supaya

- sketsa tidak hilang, digitalisasi gambar dan untuk presentasi pada seminar hasil penelitian.
2. **Analisis komponen**, setelah melakukan desain *trainer*, maka akan diketahui komponen-komponen apa saja yang dibutuhkan. Komponen-komponen tersebut dicatat dalam sebuah list yang selanjutnya digunakan untuk menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan saat melakukan implementasi desain.
- #### 4. ***Producing Media***
- Pada tahap ini peneliti mengeksekusi segala hal yang sebelumnya sudah direncanakan, berikut beberapa hal yang dilakukan:
1. **Persiapan**, pada tahap ini, segala hal yang kiranya dibutuhkan untuk pembuatan produk dipersiapkan terlebih dahulu. Persiapan alat dan bahan pembuatan *trainer*, seperti komponen elektronik, solder dan sebagainya. Untuk pembuatan modul, maka yang harus dipersiapkan adalah materi pendukung, semisal *datasheet* komponen.
 2. **Pembuatan Produk**, dalam melakukan pembuatan produk harus sesuai dengan perencanaan yang sebelumnya sudah dibuat. Hal tersebut diperlukan supaya dalam pembuatan produk tidak melenceng dari tujuan utama dan jika terjadi kesalahan bisa dilakukan pengecekan dengan mudah.

5. Using and Evaluating Media

Evaluasi bertujuan untuk mendapatkan informasi mengenai produk serta menggunakan untuk menyempurnakan produk. Bagian ini dibagi menjadi beberapa tahap yaitu:

1. **Testing**, pada tahap ini, produk yang telah selesai dibuat diujicobakan (*testing*). Testing dilakukan sebanyak 2 kali yaitu: 1) Validasi, yaitu tahap yang bertujuan untuk mendapatkan penilaian dan masukan dari ahli media dan ahli materi, data yang didapat dari validasi digunakan untuk merevisi produk sebelum uji kelayakan; 2) Uji coba kelayakan, pada tahap ini produk diuji coba ke siswa untuk mendapatkan respons dari siswa, data yang didapat dari tahap ini digunakan untuk menyempurnakan produk. Bisa dikatakan tahap testing berfungsi untuk menghimpun informasi dan melihat kelemahan produk, selanjutnya dari informasi yang didapat digunakan untuk menyempurnakan produk.
2. **Revisi**, tahap revisi bisa dikatakan tahap yang dilakukan setelah selesai melakukan uji coba. Informasi yang didapat setelah melakukan uji coba digunakan untuk merevisi (memperbaiki) produk. Tahap ini dilakukan setelah tahap validasi.

C. Sumber Data/Subjek Penelitian

1. Objek Penelitian

Yang menjadi objek pada penelitian ini adalah *trainer* praktikum pengujian rangkaian PWM, rangkaian buck, rangkaian boost dan rangkaian buck-boost.

2. Responden/Subjek Penelitian

Responden pada penelitian ini adalah peserta didik kelas XI SMK Muhammadiyah 1 Bantul tahun ajaran 2017/2018.

3. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di SMK Muhammadiyah 1 Bantul dengan waktu pada semester ganjil tahun ajaran 2017/2018.

D. Metode dan Alat Pengumpul Data

Untuk mendapatkan hasil yang memuaskan dalam penelitian, maka mendapatkan data akurat adalah hal yang sangat penting. Terdapat dua hal penting yang mempengaruhi keakuratan serta kualitas data penelitian, yaitu kualitas instrumen penelitian serta kualitas pengumpulan data. Kualitas instrumen penelitian berkenaan dengan validitas dan reliabilitas instrumen sedangkan kualitas pengumpulan data berkenaan dengan ketepatan cara-cara yang digunakan untuk mengumpulkan data (Sugiyono, 2015: 193).

1. Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, pengumpulan data dilakukan dengan dua tahap. Tahap pertama yaitu studi pendahuluan yang bertujuan untuk menelusuri lebih jauh tentang permasalahan yang akan diteliti. Pada tahap studi pendahuluan, teknik yang digunakan adalah observasi (pengamatan) dan interview (wawancara). Tahap yang kedua adalah tahap pengumpulan data penelitian yang selanjutnya diproses untuk mendapatkan hasil akhir serta kesimpulan dari penelitian yang dilakukan. Pada tahap ini, pengumpulan data menggunakan teknik kuesioner.

Untuk melakukan studi pendahuluan, peneliti akan mengerucutkan pemilihan teknik yang digunakan untuk mengumpulkan data yaitu, menggunakan teknik observasi non-partisipasi dengan model tidak terstruktur serta menggunakan teknik wawancara tidak terstruktur yang dilakukan secara tatap muka langsung dengan guru pengampu mata pelajaran Penerapan Rangkaian Elektronika SMK Muhammadiyah 1 Bantul. Selanjutnya untuk mendapatkan data penelitian, peneliti menggunakan teknik kuesioner (angket) berstruktur dengan tipe jawaban tertutup.

2. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian merupakan alat yang digunakan untuk mengukur fenomena alam maupun sosial yang diamati. Secara spesifik semua fenomena ini disebut variabel penelitian (Sugiyono, 2015: 148).

Dalam ilmu alam banyak terdapat instrumen yang validitas serta reliabilitasnya sudah teruji, semisal termometer yang digunakan untuk mengukur variabel suhu. Sedangkan instrumen yang diperuntukan dalam penelitian di bidang pendidikan yang sudah baku sulit untuk ditemukan. Walaupun terdapat beberapa instrumen yang sudah teruji validitas serta reliabilitas, akan tetapi jika digunakan dalam keadaan yang berbeda, belum tentu instrumen tersebut masih valid dan reliabel.

Oleh karena hal tersebut, peneliti seharusnya membuat sendiri instrumen penelitian yang akan digunakan, bisa dengan meniru dari yang sudah ada atau membuat segalanya dari awal. Hal penting yang harus diperhatikan dalam penyusunan instrumen adalah variabel penelitian yang ditetapkan untuk diteliti.

Dari variabel tersebut selanjutnya diberikan definisi operasionalnya dan ditentukan indikator yang akan diukur. Dari indikator selanjutnya dijabarkan menjadi butir-butir pertanyaan atau pernyataan. Untuk memudahkan penyusunan instrumen, maka perlu digunakan matriks pengembangan instrumen atau kisi-kisi instrumen (Sugiyono, 2015: 149).

Untuk membuat instrumen penilaian, peneliti sebelumnya harus merumuskan aspek serta indikator yang akan digunakan dalam menilai *trainer*. Pada BAB II sebelumnya peneliti telah merumuskan beberapa aspek yang bisa digunakan sebagai acuan dalam mengembangkan *trainer*. Acuan tersebut bisa dilihat kembali pada Tabel 1.

Selanjutnya, peneliti hanya mengikutsertakan aspek nomor 1, 2, 3, 4, serta 5 sebagai kriteria penilaian. Aspek nomor 6 tidak diikutkan karena alat sebelumnya sudah diuji terlebih dahulu, sehingga keabsahan merupakan sesuatu yang harus terpenuhi. Sehingga aspek keabsahan tidak cocok dimasukkan dalam kriteria penilaian, akan tetapi dimasukkan dalam langkah-langkah pengembangan alat. Begitu juga dengan aspek biaya, aspek tersebut juga dimasukkan dalam langkah-langkah pengembangan alat untuk memastikan dana yang dibutuhkan akan ditekan sekecil mungkin. Untuk aspek nomor 8 tidak diikutsertakan dalam aspek penilaian karena aspek tersebut kurang cocok dijadikan sebagai aspek penilaian kelayakan alat untuk mendapatkan data kelayakan alat yang dibuat. Aspek tersebut layak digunakan jika data yang didapatkan bertujuan untuk memilih alat yang paling layak digunakan. Berikut rumusan aspek serta indikator penilaian *trainer* yang akan digunakan:

Tabel 2. Aspek penilaian *Trainer*

No	Aspek yang dinilai	Indikator
1	Isi materi	Sesuai rencana pembelajaran
		Sesuai tujuan pembelajaran
		Sesuai keadaan peserta didik
2	Desain	Tampilan
		Teknis
3	Keadaan lingkungan	Dukungan
4	Unjuk kerja	<i>Purpose</i>
		<i>Appropriateness</i>
4	Kebermanfaatan	Fungsi atensi
		Fungsi afektif
		Fungsi kognitif
		Fungsi psikomotorik

Indikator didapat dari perumusan berbagai macam kriteria yang dapat digunakan sebagai patokan dalam pengembangan *trainer*. Kriteria tersebut dipaparkan secara rinci pada BAB II bagian Pengembangan *Trainer*. Untuk Aspek kebermanfaatan, indikator yang digunakan adalah fungsi media seperti yang dijabarkan oleh Asyhar. Akan tetapi dikarenakan setiap media tidak selalu bisa memenuhi seluruh fungsi, maka dalam penilaianya peneliti hanya fokus pada fungsi atensi, afektif, kognitif, serta psikomotorik.

Utami (2010: 109) menjelaskan bahwa data yang diperoleh dari aspek-aspek tersebut berupa data kuantitatif dan kualitatif yang berupa tanggapan serta saran/komentar umum dari para ahli materi, ahli media serta siswa. Masing-masing

responden diharapkan untuk memberikan penilaian berdasarkan keahlian sesuai dengan Tabel 3.

Tabel 3. Aspek penilaian masing-masing responden

No	Responden	Aspek yang dinilai
1	Ahli Materi	Isi Materi
		Kebermanfaatan
2	Ahli Media	Desain
		Unjuk Kerja
3	Siswa	Isi Materi
		Desain
		Unjuk Kerja
		Keadaan Lingkungan
		Kebermanfaatan

Kisi-kisi instrumen dibuat berdasarkan kebutuhan data yang ingin didapat, karena terdapat tiga responden dengan aspek penilaian yang berbeda maka kisi-kisi juga dibuat dengan jumlah tiga buah. Kisi-kisi yang dibuat diperlihatkan pada Tabel 4, Tabel 5 serta Tabel 6.

Tabel 4. Kisi kisi instrumen untuk ahli materi

No	Aspek	Indikator	Butir
1	Isi Materi	Sesuai rencana pembelajaran	1, 2, 3
		Sesuai tujuan pembelajaran	4, 5, 6, 7
		Sesuai keadaan peserta didik	8, 9, 10
2	Kebermanfaatan	Aspek atensi	11, 12
		Aspek afektif	13, 14
		Aspek kognitif	15, 16

No	Aspek	Indikator	Butir
		Aspek psikomotorik	17, 18

Tabel 5. Kisi-kisi instrumen untuk ahli media

No	Aspek	Indikator	Butir
1	Desain	Tampilan	1, 2, 3, 4
		Teknis	5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16
2	Unjuk Kerja	<i>Purpose</i>	17, 18, 19, 20, 21
		<i>Appropriateness</i>	22, 23

Tabel 6. Kisi-kisi instrumen untuk siswa

No	Aspek	Indikator	Butir
1	Isi Materi	Sesuai keadaan peserta didik	1, 2
		Sesuai tujuan pembelajaran	3, 4
2	Desain	Tampilan	5, 6, 7
		Teknis	8, 9, 10, 11, 12
3	Unjuk Kerja	<i>Purpose</i>	13, 14
		<i>Appropriateness</i>	15, 16
4	Keadaan Lingkungan	Dukungan	17, 18, 19
5	Kebermanfaatan	Aspek atensi	20, 21
		Aspek afektif	22, 23
		Aspek kognitif	24, 25
		Aspek psikomotorik	26, 27

Menurut Sugiyono (2015: 133), instrumen digunakan untuk melakukan pengukuran dengan tujuan menghasilkan data kuantitatif yang akurat, sehingga instrumen harus memiliki skala. Skala pengukuran merupakan kesepakatan sebagai

acuan untuk menentukan panjang pendeknya interval yang ada dalam alat ukur, sehingga alat ukur tersebut bila digunakan dalam pengukuran akan menghasilkan data kuantitatif. Sebagai contoh skala dalam pengukuran berat ada gram, kilogram, ton, dan sebagainya.

Skala yang digunakan dalam instrumen penelitian ini adalah skala Likert yang dikembangkan oleh Rensis Likert. Skala Likert digunakan untuk mengukur sikap, pendapat dan persepsi seseorang atau sekelompok orang tentang fenomena sosial. Dalam penelitian, fenomena sosial ini telah ditetapkan secara spesifik oleh peneliti, yang selanjutnya disebut sebagai variabel penelitian (Sugiyono, 2015: 134).

Selanjutnya Sugiyono (2015: 134) menjelaskan, dengan skala Likert maka variabel yang akan diukur dijabarkan menjadi indikator variabel. Kemudian indikator tersebut dijadikan sebagai titik tolak untuk menyusun item-item instrumen yang dapat berupa pernyataan atau pertanyaan. Jawaban setiap item instrumen yang menggunakan skala Likert mempunyai gradasi dari sangat positif sampai sangat negatif, yang dapat berupa kata-kata. Untuk keperluan analisis kuantitatif, maka jawaban itu dapat diberi skor.

Dari penjabaran diatas, peneliti pada akhirnya merumuskan jawaban setiap item beserta skor setiap jawaban. Dikarenakan jenis pertanyaan untuk siswa dan untuk ahli berbeda, maka pilihan jawaban yang diberikan juga berbeda. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada Tabel 7 dan Tabel 8.

Tabel 7. Tabel skor jawaban untuk siswa

No	Jawaban	Skor Pertanyaan
1	SS (Sangat Setuju)	4
2	S (Setuju)	3
3	KS (Kurang Setuju)	2
4	TS (Tidak Setuju)	1

Tabel 8. Tabel skor jawaban untuk ahli media dan ahli materi

No	Jawaban	Skor Pertanyaan
1	SB (Sangat Baik)	4
2	B (Baik)	3
3	KB (Kurang Baik)	2
4	TB (Tidak Baik)	1

Menurut Sugiyono (2015: 173), dengan menggunakan instrumen yang valid dan reliabel, diharapkan data yang didapatkan juga valid dan reliabel. Jadi, instrumen yang valid dan reliabel merupakan syarat mutlak untuk mendapatkan hasil penelitian yang valid dan reliabel. Untuk itulah uji validitas serta uji reliabilitas merupakan hal yang harus dilakukan oleh peneliti.

a. Uji Validitas

Uji Validitas dilakukan untuk mengetahui tingkat validitas atau kesahihan suatu instrumen. Suatu instrumen dikatakan valid apabila mampu mengukur apa yang diinginkan dan dapat mengungkapkan data dari variabel yang diteliti secara tepat. Tinggi rendahnya validitas instrumen menunjukkan sejauh mana data yang

terkumpul tidak menyimpang dari gambaran tentang validitas yang dimaksud (Arikunto, 2013: 211-212).

Untuk menguji validitas, instrumen harus diklasifikasi terlebih dahulu, yaitu instrumen non-tes atau instrumen tes. Instrumen berbentuk tes digunakan untuk mengukur prestasi belajar sedangkan instrumen berbentuk non-tes digunakan untuk mengukur sikap. Jawaban instrumen tes adalah “benar atau salah” sedangkan jawaban instrumen non-tes bersifat “positif atau negatif” sehingga tidak ada “benar atau salah” (Sugiyono, 2015: 174).

Menurut Sugiyono (2015: 176), validitas internal suatu instrumen tes harus memenuhi construct validity (validitas konstruksi) serta content validity (validitas konten). Sedangkan untuk instrumen non-tes cukup memenuhi construct validity (validitas konstruksi).

Jika dilihat dari bentuknya, instrumen yang digunakan dalam penelitian ini berbentuk instrumen non-tes. Dari pemaparan di atas maka instrumen sebelum digunakan cukup memenuhi uji construct validity (validitas konstruksi).

Menurut Sugiyono (2015: 177), untuk menguji validitas konstruksi bisa menggunakan pendapat dari judgment experts (ahli). Para ahli diminta pendapatnya tentang instrumen yang telah disusun. Para ahli selanjutnya akan memberikan keputusan yang kemungkinan adalah instrumen dapat digunakan tanpa perbaikan, ada perbaikan, dan dirombak total. Jumlah tenaga ahli yang digunakan minimal tiga orang dan umumnya mereka yang telah bergelar doctor sesuai dengan lingkup yang diteliti. Dalam penelitian ini peneliti hanya menggunakan dua orang ahli karena

berdasarkan peraturan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta membolehkan menggunakan hanya dua orang ahli sebagai validator.

Setelah pengujian konstruksi dari ahli selesai, maka diteruskan dengan uji coba instrumen. Instrumen yang telah disetujui oleh ahli kemudian diujicobakan pada sampel dari mana populasi diambil dengan jumlah anggota sekitar 30 orang. Setelah ditabulasikan, maka pengujian validitas konstruksi dilakukan dengan dengan analisis faktor, yaitu dengan mengorelasikan antar skor item instrumen dalam suatu faktor, dan mengorelasikan skor faktor dengan skor total. Selanjutnya untuk mengetahui validitas setiap butir dalam instrumen dapat dilakukan dengan cara mengorelasikan antara skor butir dengan skor total (Sugiyono, 2015: 177-178).

Untuk pengolahan data pada pengujian validitas konstruksi dilakukan dengan cara :

1. Menghitung korelasi dengan rumus *Pearson/Product Moment*, yaitu:

$$r_{XY} = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{(N \sum X^2 - (\sum X)^2) \cdot (N \sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$$

r_{xy} = koefisien korelasi

X = skor item butir soal

Y = jumlah skor total tiap soal

N = jumlah responden

2. Melakukan perhitungan dengan uji t dengan rumus:

$$t_{hitung} = \frac{\sqrt{N - 2}}{\sqrt{1 - r^2}} \quad (\text{III.2})$$

r = koefisien korelasi hasil r hitung

N = jumlah responden

3. Mencari t_{tabel} dengan $t_{tabel} = t_\alpha(dk = n - 2)$
4. Membuat kesimpulan dengan kriteria pengujian sebagai berikut:

Jika $t_{hitung} > t_{tabel}$ berarti valid

Jika $t_{hitung} \leq t_{tabel}$ berarti tidak valid

(Sundayana, 2014: 60)

b. Uji Reliabilitas

Reliabilitas menunjuk pada suatu pengertian bahwa instrumen cukup dapat dipercaya untuk digunakan sebagai alat pengumpul data karena instrumen tersebut sudah baik. Instrumen yang baik tidak akan bersifat tendensius mengarahkan responden untuk memilih jawaban-jawaban tertentu. Instrumen yang sudah dapat dipercaya, yang reliabel akan menghasilkan data yang dapat dipercaya juga. Reliabilitas menunjukkan pada tingkat keterandalan sesuatu. Reliabel artinya dapat dipercaya, jadi dapat diandalkan (Arikunto, 2013: 221).

Menurut Sugiyono (2012: 365), untuk jenis data interval atau essay maka pengujian reliabilitas dapat menggunakan teknik Alfa Cronbach. Menurut Arikunto (2013: 122), untuk mencari reliabilitas tes bentuk uraian yang tidak mempunyai jawaban “benar atau salah” maka dapat menggunakan rumus Alfa. Rumus Alfa Cronbach adalah sebagai berikut:

$$r_{11} = \left(\frac{N}{N - 1} \right) \left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right) \quad (\text{III.4})$$

r_{11} = reliabilitas instrumen

N = banyak butir pertanyaan

$\sum S_i^2$ = jumlah varians item

S_t^2 = varians total

(Sundayana, 2014: 69)

Sedangkan untuk mencari varians dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\sigma^2 = \frac{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{N}}{N} \quad (\text{III.5})$$

σ^2 = varians

(Arikunto, 2013: 123)

Menurut Arikunto (2013: 125), dengan diperolehnya koefisien korelasi, yakni r_{11} , sebenarnya baru diketahui tinggi-rendahnya koefisien tersebut. Lebih sempurnanya penghitungan reliabilitas sampai pada kesimpulan, sebaiknya hasil tersebut dikonsultasikan dengan tabel r product moment.

Jika nilai r_{hitung} lebih besar dari nilai r_{tabel} maka instrumen dianggap reliabel. Selain itu, peneliti juga bisa mengetahui tingkat reliabilitas suatu instrumen dengan menggunakan pedoman dari George dan Mallery (2016: 418) sebagai berikut:

Tabel 9. Tabel tingkat reliabilitas

Nilai Alpha	Tingkat Reliabilitas
$\alpha > 0,9$	sangat bagus
$\alpha > 0,8$	Bagus
$\alpha > 0,7$	Diterima
$\alpha > 0,6$	dipertanyakan
$\alpha > 0,5$	Buruk
$\alpha < 0,5$	tidak diterima

E. Teknik Analisis Data

Teknik analisa data yang digunakan adalah deskriptif-kuantitatif. Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan kuesioner yang jawabannya berupa pernyataan-pernyataan yang bertujuan untuk mendapatkan informasi tentang kelayakan alat. Pengolahan data dilakukan dengan mengubah data dari kuesioner yang berupa data kualitatif menjadi data kuantitatif. Pengubahan data dilakukan berpedoman pada skala Likert yang telah dibuat sebelumnya. Setelah didapat data kuantitatif maka data tersebut diolah menggunakan perhitungan statistik. Dari data hasil olahan tersebut peneliti akan mengambil kesimpulan dari penelitian yang dilakukan, kesimpulan berupa kesimpulan deskriptif tentang fakta dari data yang didapat saat melakukan penelitian.

Perhitungan statistik yang dilakukan yaitu perhitungan skor rata-rata yang diberikan penilai berdasarkan data yang diperoleh dari kuesioner. Perhitungan rata-rata dapat dilakukan dengan rumus:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N} \quad (\text{III.6})$$

\bar{x} = skor rata-rata

$\sum x$ = skor total masing-masing penilai

N = jumlah penilai

Tahap selanjutnya adalah mengetahui tingkat kelayakan dari alat apakah tidak layak, kurang layak, layak, atau sangat layak. Hal tersebut dilakukan untuk membuat kesimpulan yang berupa kesimpulan deskriptif yang berupa pernyataan.

Menurut Widyoko (2015: 110), untuk mengetahui tingkat kelayakan alat harus ditentukan terlebih dahulu jarak interval antara jenjang sikap mulai dari tidak layak sampai sangat layak yang dapat menggunakan rumus berikut:

$$\text{Jarak interval}(i) = \frac{\text{skor tertinggi} - \text{skor terendah}}{\text{jumlah kelas interval}} \quad (\text{III.7})$$

Pada penelitian ini, skor tertinggi yang mungkin didapat adalah 4 (empat) sedangkan skor terendah adalah 1 (satu) sedangkan jumlah kelas intervalnya adalah 4 (tidak layak, kurang layak, layak, sangat layak). Sehingga dengan rumus di atas bisa diketahui jarak intervalnya yaitu 0,75. Dengan diketahui jarak interval, selanjutnya peneliti bisa membuat tabel kategori kelayakan seperti yang diperlihatkan pada Tabel 10.

Tabel 10. Tabel kategori kelayakan

Skor rata-rata	Kategori Kelayakan
$3,25 < \bar{x} \leq 4$	Sangat layak
$2,5 < \bar{x} \leq 3,25$	Layak
$1,75 < \bar{x} \leq 2,5$	Kurang layak
$1 \leq \bar{x} \leq 1,75$	Tidak layak

Setelah mendapatkan tabel kelayakan, selanjutnya bisa menarik kesimpulan tingkat kelayakan *trainer* yang telah dibuat secara deskriptif.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Pengembangan *trainer* praktikum materi pembelajaran “Pengujian Rangkaian Pembangkit PWM, Buck *Converter*, Boost *Converter* dan Buck-Boost *Converter*” ini menggunakan model pengembangan dari Kemp & Dayton dengan 5 tahap yaitu: 1) *preliminary planning*; 2) *the kinds of media*; 3) *designing media*; 4) *producing media*; 5) *using and evaluating media*.

1. Preliminary Planning

Studi pendahuluan dilakukan dengan melakukan observasi di sekolah serta wawancara terhadap guru pengampu mata pelajaran “Penerapan Rangkaian Elektronika kelas XI jurusan Teknik Audio Video SMK Muhammadiyah 1 Bantul”.

Dari observasi dan wawancara yang dilakukan didapatkan informasi bahwa di SMK Muhammadiyah 1 Bantul sudah menerapkan kurikulum 2013 dan pengajarannya berpedoman pada silabus yang didapatkan dari Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Negara Republik Indonesia.

Untuk materi pembelajaran “Pengujian Rangkaian Pembangkit PWM, Buck *Converter*, Boost *Converter* dan Buck-Boost *Converter*” bahan praktikum yang digunakan berupa breadboard serta komponen elektronik. Untuk *trainer* yang dikhususkan dalam pembelajaran “Pengujian Rangkaian Pembangkit PWM, Buck *Converter*, Boost *Converter* dan Buck-Boost *Converter*” belum ada.

Sarana dan prasarana yang digunakan untuk praktikum juga lengkap, di laboratorium terdapat sumber daya yang memadai, alat ukur yang dimiliki juga lengkap, seperti oscilloscope dan multimeter.

2. *The Kinds of Media*

Penentuan jenis media yang akan dibuat berdasarkan kebutuhan yang ada di lapangan. Pendidik di lapangan membutuhkan alat yang dapat digunakan untuk membantu mengajarkan materi pembelajaran “Pengujian Rangkaian Pembangkit PWM, Buck *Converter*, Boost *Converter* dan Buck-Boost *Converter*”. *Trainer* nantinya dimaksudkan supaya bisa mengefektifkan pembelajaran praktikum, khususnya dengan cara menghilangkan kegiatan merangkai komponen pada setiap kali praktikum. Pendidik berharap nantinya *trainer* bisa membantu siswa untuk bisa lebih fokus dalam kegiatan pengamatan selama praktikum. Dari saran yang diberikan, peneliti memutuskan untuk merencanakan membuat alat berupa *trainer* yang diharapkan dapat membantu dalam proses KBM praktikum non-simulasi (langsung).

3. *Designing Media*

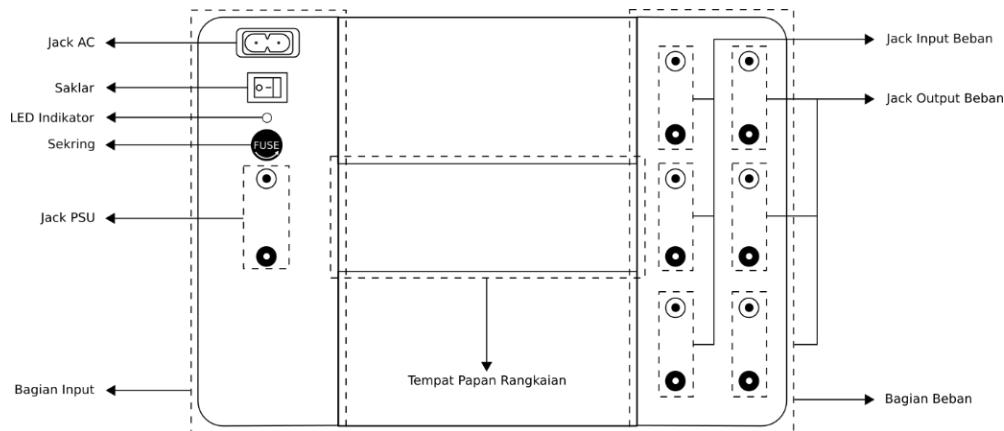
Perencanaan pembuatan alat berpegang teguh pada silabus yang diterbitkan oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Negara Republik Indonesia. Untuk mata pelajaran SMPS, silabus yang digunakan adalah silabus “Penerapan Rangkaian Elektronika untuk Kelas XI”. Pembelajaran tentang SMPS termaktub pada KD 3.11 dan 4.11. KD 3.11 merupakan pedoman pada pembelajaran teori, sedangkan untuk pembelajaran praktikum berpedoman pada KD 4.11. Untuk pembelajaran praktikum sendiri dibagi dua macam, yaitu dengan simulasi dan tanpa

simulasi (langsung). Sehingga dari beberapa kriteria tersebut, peneliti menggunakan indikator 4.11.4, 4.11.7, 4.11.10 serta 4.11.13 sebagai pedoman pembuatan *trainer*. Berikut diberikan tabel pedoman silabus yang digunakan:

Tabel 11. Pedoman pengembangan dari silabus

Kompetensi Dasar	Indikator
4.11. Merencanakan rangkaian catu daya mode non-linier (<i>Switched Mode Power Supplies-SMPS</i>)	4.11.4. Melakukan pengujian perangkat keras rangkaian pembangkit PWM dengan IC <i>regulator switching</i> $\geq 20\text{kHz}$ dan interpretasi spesifikasi data teknis hasil pengukuran
	4.11.7. Melakukan pengujian perangkat keras rangkaian Buck <i>Converter</i> dengan frekuensi <i>switching</i> $\geq 20\text{kHz}$ dan interpretasi spesifikasi data teknis hasil pengukuran
	4.11.10. Melakukan pengujian perangkat keras rangkaian Boost <i>Converter</i> dengan frekuensi <i>switching</i> $\geq 20\text{kHz}$ dan interpretasi spesifikasi data teknis hasil pengukuran
	4.11.13. Melakukan pengujian perangkat keras rangkaian Buck-Boost <i>Converter</i> dengan frekuensi <i>switching</i> $\geq 20\text{kHz}$ dan interpretasi spesifikasi data teknis hasil pengukuran

Trainer yang dibuat nantinya didesain untuk mudah di pindahkan, serta dengan ukuran yang pas di letakkan di meja kerja. Dari pemikiran tersebut maka peneliti menggunakan koper sebagai tempat penyimpanan *trainer*. Desain *trainer* diperlihatkan pada Gambar 18.



Gambar 18. Desain antar muka *trainer*.

Selanjutnya peneliti melanjutkan analisa bahan yang dibutuhkan serta biaya yang mungkin dihabiskan. Analisa bahan ditujukan untuk membantu menyiapkan bahan yang dibutuhkan nantinya pada tahap produksi. Berikut diberikan tabel analisa bahan yang diperlukan pada pembuatan tahap pertama:

Tabel 12. Analisa kebutuhan komponen rangkaian PWM 2 buah

No	Komponen	Jumlah
1	IC1 TL494	2 buah
2	R1/R4 5K6	4 buah
3	R2 510	2 buah
4	R3 51K	2 buah
5	R5 47K	2 buah
6	R6 1K	2 buah

No	Komponen	Jumlah
7	R8 10K	2 buah
8	C1 1n	2 buah
9	C2 2,2 μ	2 buah
10	SV1 Soket IDC Female	2 buah
11	Soket IC	2 buah

Tabel 13. Analisa kebutuhan komponen rangkaian buck *converter*

No	Komponen	Jumlah
1	Q1 TIP 41C	1 buah
2	R1/R3 1K 2W	2 buah
3	R2 Pot 5K	1 buah
4	D1 Schottky 5A	1 buah
5	L1 330 μ	1 buah
6	C1 4700 μ	1 buah
7	SV1 Soket IDC Male	1 buah
8	JP1/JP2 Pin Header	2 buah

Tabel 14. Analisa kebutuhan komponen rangkaian boost *converter*

No	Komponen	Jumlah
1	Q1 TIP 41C	1 buah
2	R1 1K 5W	1 buah
3	R2 Pot 10K	1 buah
4	R3 470 2W	1 buah
5	D1 Schottky 5A	1 buah
6	L1 330 μ	1 buah
7	C1 4700 μ	1 buah
8	SV1 Soket IDC Male	1 buah
9	JP1/JP2 Pin Header	2 buah

Tabel 15. Analisa kebutuhan komponen rangkaian buck-boost *converter*

No	Komponen	Jumlah
1	Q1/Q2 TIP 41C	2 buah
2	R1/R2/R6 1K 5W	3 buah
3	R3 10K 2W	1 buah
4	R4 470 2W	1 buah
5	R5 Pot 10K	1 buah
6	D1/D2 Schottky 5A	2 buah
7	L1 330 μ	1 buah
8	C1 4700 μ	1 buah
9	SV1/SV2 Soket IDC Male	2 buah
10	JP1/JP2/JP3 Pin Header	3 buah

Tabel 16. Analisa kebutuhan bahan pembuat boks *trainer*

No	Bahan/Komponen	Jumlah
1	Box (30 cm x 21 cm x 8 cm)	1 buah
2	Aluminium siku 2 cm x 2 cm (6 meter)	1 buah
3	Sekrup + mur 2 mm	70 pasang
4	Papan ujian	4 buah
5	Jack banana female hitam	13 buah
6	Jack banan female merah	13 buah
7	Jack banana male hitam	2 buah
8	Jack banan male merah	2 buah
9	Jack buaya hitam	1 buah
10	Jack buaya merah	1 buah
11	Kabel warna hitam	1 meter
12	Kabel warna merah	1 meter
13	Rumah sekring + sekring 1 A	1 pasang
13	Soket male IEC C8 + kabel Power IEC C7	1 pasang

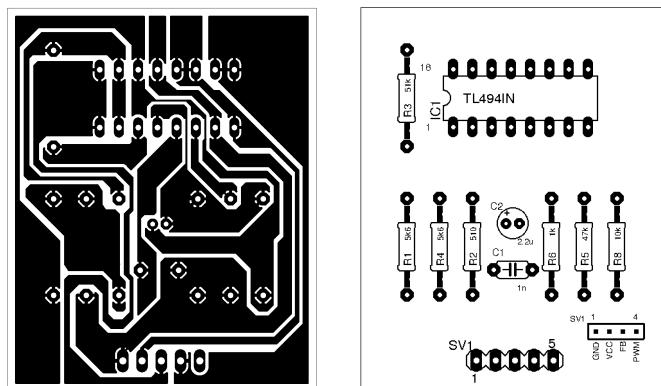
No	Bahan/Komponen	Jumlah
14	PSU	1 buah
15	PCB single layer ukuran 10 cm x 20 cm	3 buah
16	Resistor <i>Load</i> 100 20W	5 buah

Dari rincian data seperti yang ditulis di atas, peneliti memperkirakan biaya produksi yang mungkin harus dikeluarkan kurang lebih sebesar Rp 500.000,00.

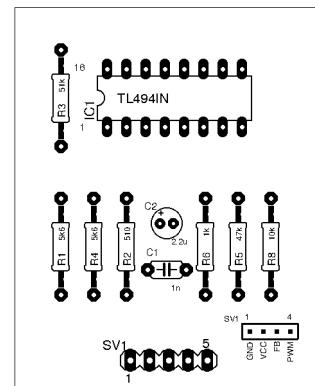
4. *Producing Media*

Tahap pembuatan dimulai dengan persiapan alat dan bahan yang dibutuhkan dalam pembuatan *trainer*. Langkah pertama yaitu persiapan alat dan bahan yang akan digunakan untuk membuat rangkaian percobaan. Sebelum komponen dirangkai pada PCB, peneliti terlebih dahulu melakukan percobaan pada breadboard. Rangkaian yang akan diuji coba adalah rangkaian PWM, buck, boost, serta buck-boost.

Tahap selanjutnya yaitu pembuatan PCB. Pembuatan PCB diawali dengan pembuatan layout. Peneliti menggunakan software EAGLE sebagai alat untuk pembuatan layout PCB single layer. Pada Gambar 19 sampai Gambar 22 diperlihatkan gambar layout jalur PCB serta layout penempatan komponen elektronik pada PCB.

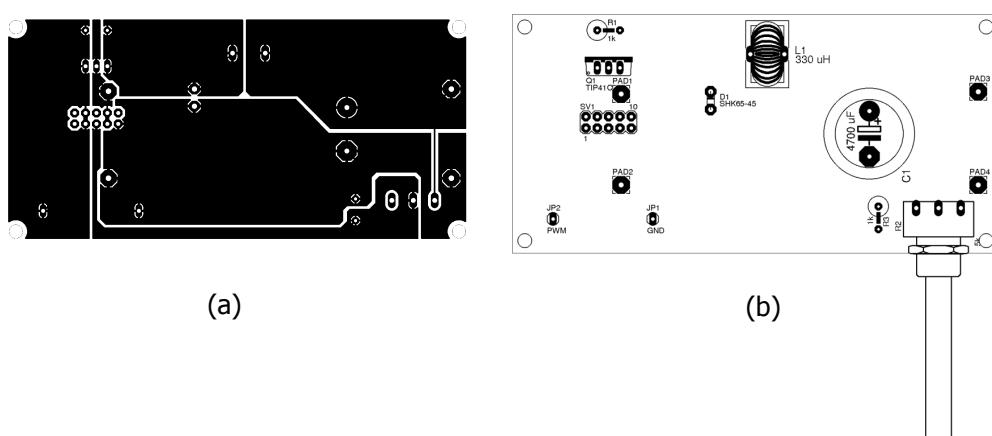


(a)

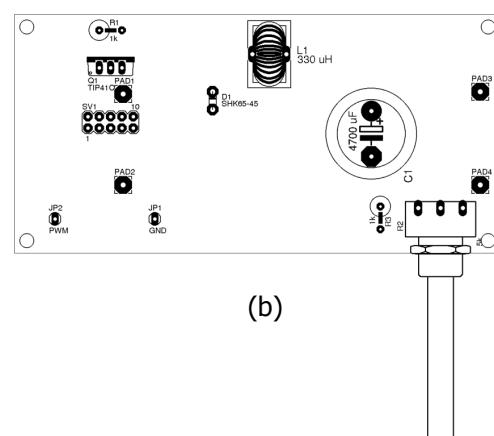


(b)

Gambar 19. Layout PWM (a) jalur PCB (b) tata letak komponen.

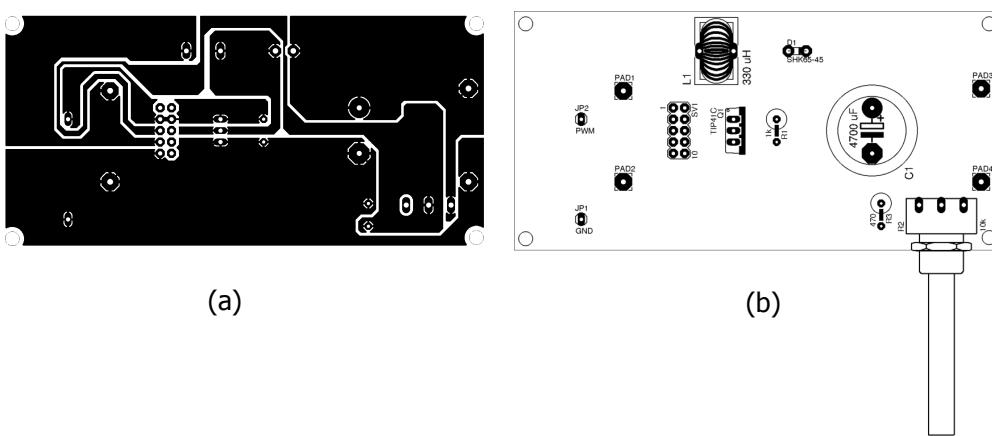


(a)

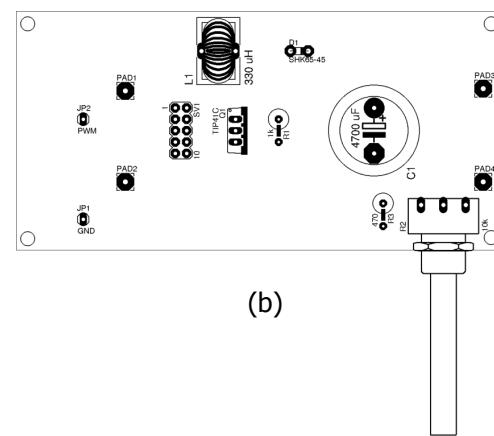


(b)

Gambar 20. Layout buck (a) jalur PCB (b) tata letak komponen.

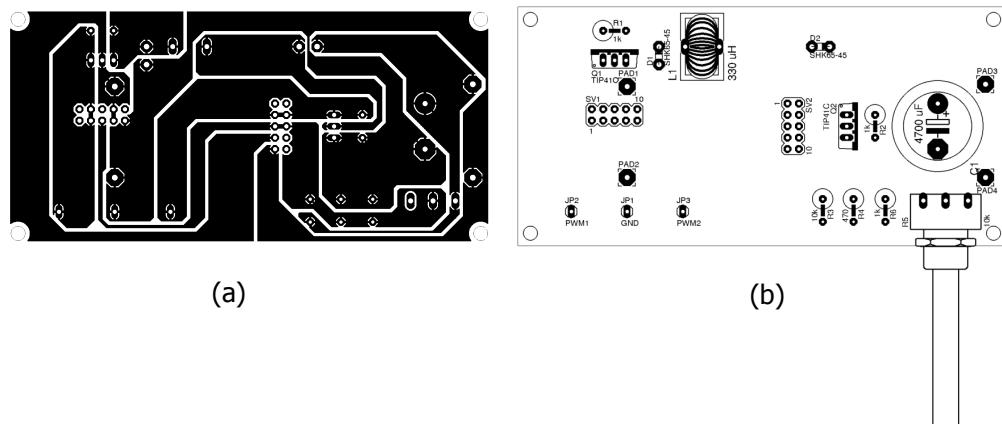


(a)



(b)

Gambar 21. Layout boost (a) jalur PCB (b) tata letak komponen.



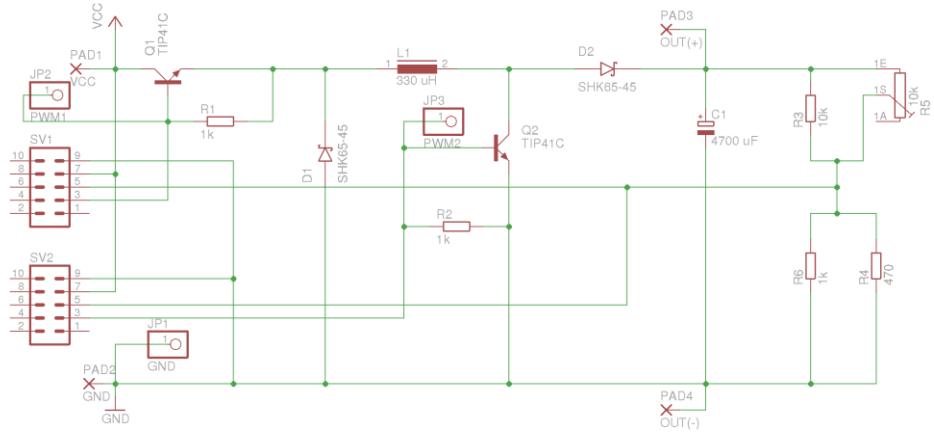
Gambar 22. Layout buck-boost (a) jalur PCB (b) tata letak komponen.

Tahap selanjutnya yaitu pencetakan layout ke PCB yang diawali dengan cetak layout ke kertas glossy. Selanjutnya pindah layout dari kertas ke PCB dengan metode transfer panas, kemudian proses pelarutan (*etching*). Setelah jalur tembaga terbentuk pada lapisan PCB, proses selanjutnya adalah pengeboran. Pengeboran dilakukan untuk memasang komponen yang berjenis *trough-hole* serta untuk memasang sekrup. Mata bor yang digunakan berdiameter antara 0,5 mm sampai 2 mm.

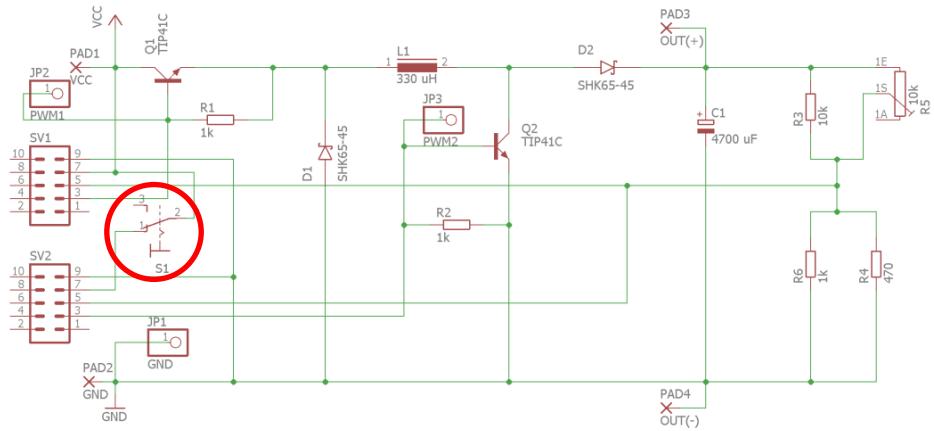
Selanjutnya adalah tahap pemasangan komponen dan penyolderan. Pada tahap ini komponen dipasang berurutan mulai dari komponen dengan ukuran terkecil ke yang terbesar. Hal ini dilakukan untuk mempermudah pemasangan serta menghasilkan pemasangan komponen yang rapi.

Tahap selanjutnya yaitu uji coba ulang untuk mengetahui apakah rangkaian bekerja dengan baik. Pada langkah ini didapatkan sedikit masalah pada rangkaian buck-boost yang kadang bekerja kadang tidak. Setelah dilakukan pengamatan, diketahui bahwa untuk meminimalisir masalah bisa disiasati dengan menambah

sakelar pemutus daya untuk rangkaian PWM pengendali Q2. Berikut diberikan perbedaan desain pada rangkaian buck-boost sebelum dan sesudah direvisi yang bisa anda lihat pada Gambar 23 dan Gambar 24.



Gambar 23. Rangkaian buck-boost sebelum revisi.



Gambar 24. Rangkaian buck-boost setelah direvisi (lingkaran merah).

Setelah rangkaian selesai, selanjutnya peneliti mulai memasuki tahap pembuatan boks. Pertama-tama peneliti menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan. Pembuatan boks dimulai dengan pembuatan rangka yang menggunakan batang aluminium. Kemudian dilanjutkan dengan pembuatan penutup yang

menggunakan tripleks. Yang terakhir adalah pemasangan komponen pendukung seperti sakelar, rumah sekring dan sebagainya.



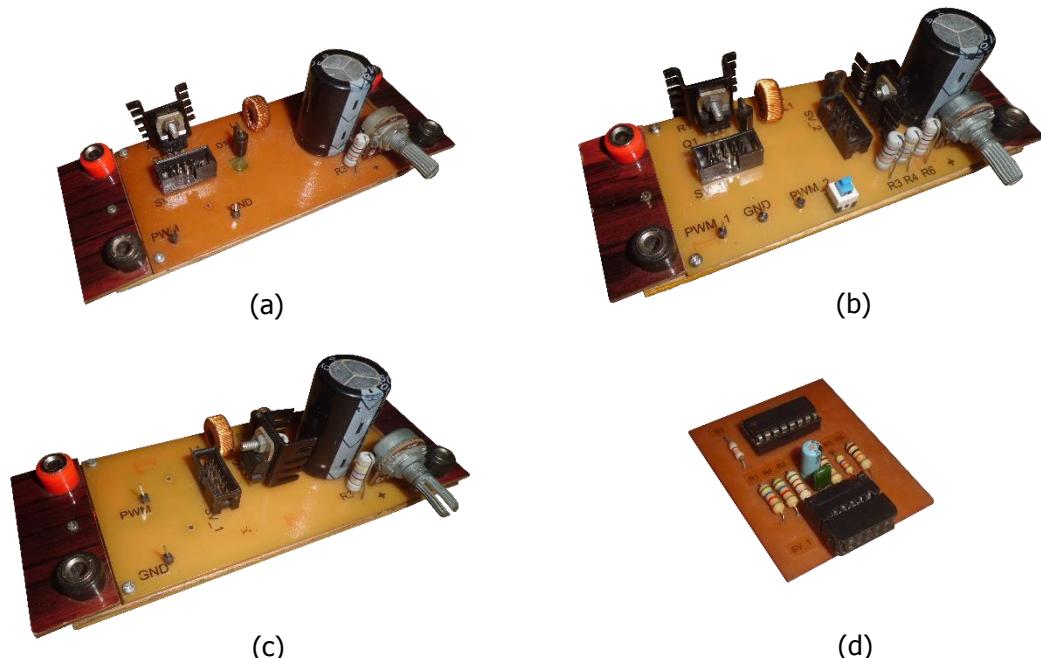
Gambar 25. Pemasangan kerangka pada boks.

Tahap selanjutnya yaitu finishing, pada tahap ini peneliti melakukan perbaikan akhir pada beberapa bagian supaya sesuai dengan hasil yang diharapkan. Semisal perbaikan yang dimaksudkan supaya boks dapat dibuka/ditutup dengan lancar serta perbaikan supaya papan rangkaian dapat terpasang dengan baik pada papan *trainer*.

Sebelum diujikan ke validator ahli media dan materi, peneliti terlebih dahulu memperlihatkan hasil pembuatan produk ke dosen pembimbing. Dosen pembimbing memberi masukan yaitu untuk memperbaiki *trainer* dengan cara menambahkan label keterangan komponen pada PCB serta papan *trainer*. Selain itu pembimbing juga memberikan masukan untuk memperbaiki finishing PCB yaitu dengan menambah lapisan *clear*.

Selanjutnya peneliti melakukan perbaikan sesuai dengan saran yang diberikan oleh dosen pembimbing, kemudian memperlihatkan kembali hasil perbaikan kepada dosen pembimbing.

Dosen pembimbing menyetujui hasil perbaikan yang peneliti ajukan, selanjutnya dosen pembimbing memberikan saran untuk membuat jobsheet sebagai panduan praktikum serta memberikan saran supaya mulai merancang instrumen yang akan digunakan untuk mengambil data penelitian.



Gambar 26. Papan rangkaian (a) buck (b) buck-boost (c) boost (d) PWM.



Gambar 27. Tampilan *trainer* setelah disetujui dosen pembimbing.

Peneliti selanjutnya mulai merancang jobsheet serta instrumen penelitian sesuai arahan dosen pembimbing. Instrumen dan jobsheet yang dibuat bisa dilihat pada lampiran.

5. *Using and Evaluating Media*

Setelah jobsheet serta instrumen penelitian selesai dibuat, tahap selanjutnya adalah validasi. Tahap ini dimulai dengan tahap validasi instrumen yang bertujuan untuk menyempurnakan instrumen yang telah dibuat sesuai dengan masukan yang diberikan oleh validator. Peneliti melakukan validasi instrumen kepada dua validator yang keseluruhannya adalah dosen PT Elektronika UNY. Instrumen yang divalidasi adalah instrumen untuk ahli media, untuk ahli materi, serta untuk siswa. Instrumen setelah divalidasi bisa digunakan untuk pengambilan data.

Tabel 17. Hasil validasi instrumen

No	Validator	Pernyataan	Catatan
1	Validator 1	Layak digunakan dengan perbaikan	Penambahan butir pernyataan dan perbaikan kalimat

No	Validator	Pernyataan	Catatan
2	Validator 2	Layak digunakan dengan perbaikan	Perbaikan kalimat

Tahap selanjutnya adalah evaluasi produk yang dilakukan dengan ahli media serta ahli materi. Evaluasi media ditujukan untuk mengetahui kelayakan alat dari sudut pandang ahli media, sedangkan evaluasi materi untuk mengetahui kelayakan alat dari sudut pandang ahli materi. Peneliti melakukan evaluasi ahli masing-masing kepada dua orang ahli media serta dua orang ahli materi yang keseluruhannya adalah dosen PT Elektronika UNY. Pendapat dari ahli juga dibutuhkan untuk memperbaiki alat. Dari ahli media diberikan masukan untuk menambah cetakan diagram/skema rangkaian yang dimasukkan ke dalam *trainer*. Sedangkan dari ahli materi diberikan masukan untuk memperbaiki jobsheet yang telah dibuat.

Tabel 18. Hasil validasi ahli

No	Ahli	Pernyataan	Catatan
1	Media 1	Layak digunakan dengan perbaikan	Memperbaiki/menambah diagram skema rangkaian
2	Media 2	Layak digunakan dengan perbaikan	Memperbaiki/menambah diagram skema rangkaian
3	Materi 1	Layak digunakan dengan perbaikan	Perbaiki format jobsheet
4	Materi 2	Layak digunakan dengan perbaikan	Perbaiki tata cara penulisan

Tahap selanjutnya adalah uji coba kelayakan produk ke pengguna yaitu siswa. Tahap ini bertujuan untuk mengetahui pendapat pengguna tentang alat yang dibuat sehingga peneliti bisa mengetahui tingkat kelayakan alat dari sudut pandang pengguna. Tahap ini juga bertujuan untuk mendapatkan masukan yang bisa digunakan untuk menyempurnakan produk. Kelas yang diuji coba yaitu kelas XI TAV1 serta XI TAV2. Masing-masing kelas 1 kali pertemuan yaitu pada hari Rabu 15 November 2017 pukul 07.00 sampai pukul 13.00 untuk TAV1 dan pada hari Jumat 17 November 2017 pukul 07.00 sampai pukul 13.00 untuk TAV2. Jumlah seluruh siswa yang dijadikan subjek penelitian berjumlah 35 orang.

B. Pembahasan Hasil Penelitian

Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mengembangkan alat praktikum berupa *trainer* dengan metode yang benar dan menguji tingkat kelayakannya ketika diterapkan sebagai sumber pembelajaran. Model pengembangan yang dilakukan menurut pada model pengembangan Kemp & Dayton (1985). Alat praktikum yang dibuat nantinya disertai dengan *jobsheet*.

Hasil akhir produk yang dibuat berupa *trainer* SMPS dengan rangkaian yang dirancang sesederhana mungkin untuk memudahkan siswa dalam memahami rangkaian tersebut. Disertakan juga buku panduan yang dikemas dalam bentuk *jobsheet* praktikum, sehingga buku panduan tersebut berfungsi ganda yaitu selain sebagai panduan penggunaan *trainer* juga sebagai panduan langkah-langkah praktikum dengan menggunakan *trainer*.

1. Rancangan Trainer

Dalam proses perencanaan rancang bangun *trainer*, peneliti mengacu pada Silabus Penerapan Rangkaian Elektronika serta kondisi lapangan. Dalam perencanaannya peneliti memperkirakan dana yang dihabiskan kurang lebih sebesar Rp 500.000,00. Pada kenyataannya biaya yang dikeluarkan adalah sebesar Rp 604.950,00 belum termasuk biaya alat dan komponen yang rusak/terbakar selama pembuatan. Biaya terbesar dikeluarkan untuk membeli koper/box yaitu sebesar Rp 300.000,00.

Trainer dibuat dengan kaidah supaya mudah dipahami dan mudah dipelajari. Selain itu juga harus berpedoman pada beberapa aspek yang tercantum pada silabus, sehingga dalam perancangannya terkadang tidak menggunakan komponen yang paling sesuai atau spesifikasi yang dibuat kurang ideal. Hal ini tentu saja juga mempengaruhi unjuk kerja rangkaian. Sebagai contoh, untuk komponen *switching*, komponen yang paling sesuai digunakan adalah FET, akan tetapi mengingat nanti akan dibutuhkan rangkaian driver yang tentu akan lebih merumitkan rangkaian, maka komponen *switching* yang digunakan berupa transistor BJT yaitu TIP41. Pemilihan penggunaan transistor TIP41 dikarenakan mengingat familiarnya transistor tersebut yang sebagian siswa juga sudah mengenalinya, selain itu juga akan mengeliminasi rangkaian driver MOSFET sehingga rangkaian akhir akan lebih sederhana.

Penggunaan frekuensi *switching* sebesar 20kHz sebenarnya kurang ideal, karena pada frekuensi tersebut noise yang dihasilkan kemungkinan masih bisa didengar oleh telinga manusia. Selain itu, dengan frekuensi 20kHz maka ukuran

komponen yang dibutuhkan juga terlalu besar, khususnya komponen induktor. Sehingga pada perancangan produk, peneliti menggunakan induktor yang nilainya lebih rendah dari nilai induktor yang seharusnya digunakan berdasarkan pada perhitungan yang dilakukan. Karena hal tersebut maka peneliti menyiasati dengan memperbesar komponen lain yaitu kapasitor.

Akan tetapi terkadang penyiasatan tetap tidak bisa mengeliminasi masalah yang ada, seperti gagalnya fungsi rangkaian buck-boost non-inverting yang dirancang peneliti karena kurang besarnya induktor yang digunakan. Mengingat terbatasnya induktor yang ada di pasaran, maka peneliti memutuskan untuk membuat rangkaian buck-boost tipe lain yang lebih memungkinkan untuk dibuat yang akhirnya disertakan pada hasil akhir rancangan *trainer*.

Pembuatan rangkaian PWM yang dibuat terpisah dengan rangkaian *converter* dimaksudkan supaya siswa lebih mudah dalam mengidentifikasi dan mempelajari rangkaian. Rangkaian PWM serta rangkaian *converter* dirancang terpasang dengan menggunakan soket IDC. Pada titik sambung ini terkadang muncul masalah yang bisa disebabkan kurang kuatnya pemasangan. Hal ini menyebabkan rangkaian tidak bisa bekerja dengan baik, sehingga harus dilepas dan dipasang ulang dengan benar.

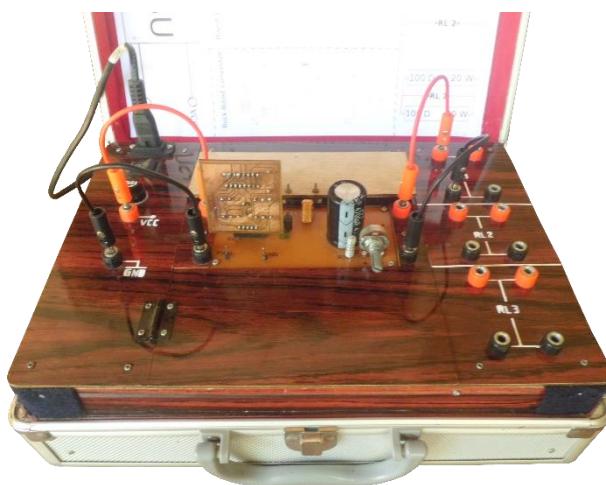
Pada proses produksi, keadaan tidak selalu berjalan sesuai tahapan-tahapan yang direncanakan sebelumnya. Sebagai contoh terkadang dalam proses produksi peneliti harus mendesain ulang karena desain yang telah dirancang sebelumnya tidak sesuai dengan kenyataan lapangan. Contoh, desain ukuran awal *trainer* yang diubah karena tidak sesuai dengan ukuran koper yang digunakan, sehingga langkah

desain tidak hanya dilakukan sebelum langkah produksi, tetapi terkadang juga dilakukan di tengah-tengah langkah produksi karena untuk penyesuaian keadaan.

2. Unjuk Kerja

Pengujian unjuk kerja menggunakan alat berupa multimeter Heles serta oscilloscope dari JYE tech, DSO138mini. Mengingat alat ukur yang digunakan juga bukan standar alat ukur yang berkualitas bagus, maka hasil pengukuran yang dilakukan juga kurang bisa memuaskan.

Secara keseluruhan, rangkaian bekerja sesuai dengan fungsi masing-masing, fungsi penurun tegangan buck *converter* bekerja dengan baik, dengan input tegangan senilai 12 V, dalam keadaan tanpa beban tegangan outputnya kisaran antara 2,5 V sampai 11 V.



Gambar 28. Unjuk kerja rangkaian buck *converter*.

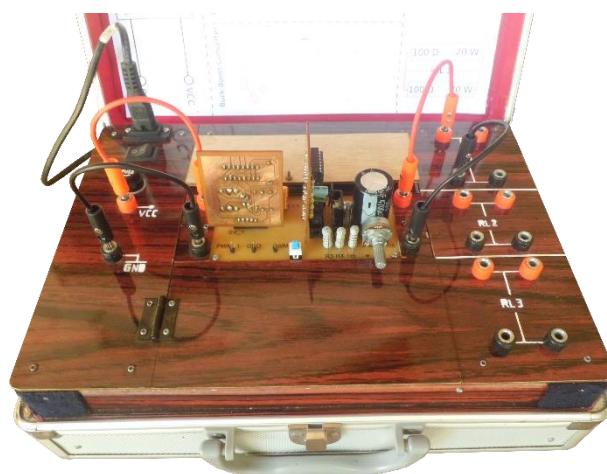
Fungsi penaik tegangan boost *converter* juga bekerja dengan baik, dengan input tegangan senilai 12 V, dalam keadaan tanpa beban tegangan outputnya

kisaran antara 12 V sampai >30 V. Tapi untuk alasan keamanan alat, disarankan untuk tidak memacu tegangan output sampai diatas 30 V.



Gambar 29. Unjuk kerja rangkaian boost *converter*.

Buck-boost *converter* juga bisa menaik-turunkan tegangan input dengan baik, dengan input tegangan senilai 12 V, dalam keadaan tanpa beban tegangan outputnya kisaran antara 2,5 V sampai >30 V. Tapi untuk alasan keamanan alat, disarankan untuk tidak memacu tegangan output sampai diatas 30 V.



Gambar 30. Unjuk kerja rangkaian buck-boost *converter*.

Rangkaian PWM menghasilkan sinyal PWM dengan kisaran frekuensi sebesar 22 kHz, sedikit di atas frekuensi rancangan yaitu 20 kHz. Rangkaian PWM yang dirancang dapat bekerja dengan baik ketika dipasang pada setiap rangkaian *converter*. Rangkaian PWM memberikan pengendalian PWM yang cukup responsif terhadap perubahan tegangan umpan balik.

Dari ketiga rangkaian *converter* yang dirancang, rangkaian yang paling sering bermasalah adalah rangkaian buck-boost *converter*. Rangkaian ini bisa bekerja dengan baik jika hanya difungsikan sebagai rangkaian buck *converter* (tanpa pengendali PWM 2 terpasang). Akan tetapi ketika difungsikan sebagai rangkaian buck-boost (pengendali PWM 2 terpasang) maka akan timbul masalah, yaitu terkadang tegangan output akan turun. Hal ini dikarenakan terjadinya kesalahan komunikasi pada kedua pengendali ketika rangkaian buck-boost berakting sebagai boost *converter*. Hal ini bisa disiasati dengan menambahkan sakelar pemutus/penghubung pengendali PWM 2, penambahan sakelar ini bisa mengurangi munculnya masalah tersebut.

Secara keseluruhan, unjuk kerja rangkaian *converter* maupun PWM sudah cukup baik jika digunakan sebagai alat praktikum di mana fungsinya hanya untuk diamati unjuk kerjanya dan dipelajari cara kerjanya. Akan tetapi jika diterapkan dalam peralatan nyata yang digunakan sehari-hari maka rancangan perlu diubah dan diperbaiki pada beberapa bagian.

3. Uji Lapangan

Pada tahap uji coba lapangan, uji coba dilakukan selama 5 x 60 menit dengan tahapan pertama yaitu memberi sedikit gambaran tentang alat serta cara kerjanya dan dilanjutkan dengan menguji coba unjuk kerja rangkaian. Unjuk kerja yang dilakukan hanya berupa pengamatan perbandingan antara V_{in} dan V_{out} serta I_{in} dan I_{out} . Pengamatan yang dilakukan tidak terlalu mendalam sampai mengamati bentuk sinyal PWM ataupun melihat seberapa besar V_{ripple} pada V_{out} . Peneliti memberi demonstrasi bagaimana cara menggunakan *trainer*, bagaimana cara memasang rangkaian, dan seterusnya. Setelah itu peneliti memberi keleluasaan kepada siswa untuk mempelajari *trainer* secara mandiri dengan membaca apa yang tertulis pada jobsheet kemudian mempraktekkan dengan *trainer*. Berikut data hasil pengamatan yang dilakukan siswa saat melakukan uji coba lapangan.

2. Amati unjuk kerja rangkaian sesuai dengan parameter yang tertera pada tabel dibawah ini, kemudian catat hasilnya.

No	V_{out}^* (V)	V_{LOAD}^{**} (V)	I_{out} (A)	V_{in} (V)	I_{in} (A)	RL
1	3	3	19,4 m	12,3	16 m	RL 1
2		2,9	27,3 m	12,3	22,5 m	RL 2
3		2,9	51 m	12,3	34,5 m	RL 3
4	5					RL 1
5						RL 2
6						RL 3
7	9					RL 1
8						RL 2
9						RL 3

* Tegangan output ketika tanpa beban

** Tegangan output ketika dipasang beban

Gambar 31. Data pengamatan unjuk kerja rangkaian buck converter.

2. Amati unjuk kerja rangkaian sesuai dengan parameter yang tertera pada tabel dibawah ini, kemudian catat hasilnya.

No	V _{out} * (V)	V _{LOAD} ** (V)	I _{out} (A)	V _{in} (V)	I _{in} (A)	RL
1	15	15	72 m	12,3	115 m	RL 1
2		14,7	149 m	12,2	208 m	RL 2
3		14,5	289 m	12,2	411 m	RL 3
4	20					RL 1
5						RL 2
6						RL 3

* Tegangan output ketika tanpa beban

** Tegangan output ketika dipasang beban

Gambar 32. Data pengamatan unjuk kerja rangkaian boost converter.

2. Amati unjuk kerja rangkaian sesuai dengan parameter yang tertera pada tabel dibawah ini, kemudian catat hasilnya.

No	V _{out} * (V)	V _{LOAD} ** (V)	I _{out} (A)	V _{in} (V)	I _{in} (A)	RL
1	5					RL 1
2						RL 2
3						RL 3
4	10					RL 1
5						RL 2
6						RL 3
7	15	14,1	69,5 m	12,	308 m	RL 1
8		13,1	121,5 m	11,9	508 m	RL 2
9		11,5	211 m	11,7	1,1	RL 3

* Tegangan output ketika tanpa beban

** Tegangan output ketika dipasang beban

Gambar 33. Data pengamatan unjuk kerja rangkaian buck-boost.

Pada setengah jam terakhir kemudian, peneliti memberikan angket berupa pernyataan yang harus diisi oleh siswa. Dalam angket tersebut siswa diharuskan memberi pendapat dari sangat setuju sampai tidak setuju atas pernyataan apa yang

tertulis pada angket. Dari pernyataan itulah peneliti mengambil data yang selanjutnya diolah dan menghasilkan kesimpulan pada penelitian ini.

4. Analisa Data

Setelah melakukan pengambilan data peneliti selanjutnya menganalisa data yang sudah diambil untuk mengetahui kelayakan *trainer* sebagai alat pembelajaran praktikum Penerapan Rangkaian Elektronika khususnya di kelas XI TAV SMK Muhammadiyah 1 Bantul. Untuk mengolah data peneliti menggunakan software Microsoft Excel 2013.

a. Hasil Validasi Ahli

Data yang diolah pertama kali adalah data yang didapat dari validasi ahli. Ahli memberikan penilaian berdasarkan instrumen yang diberikan kepada masing-masing ahli. Dalam instrumen tersebut terdapat berbagai macam aspek penilaian yang di dalamnya terdapat indikator yang menyiratkan aspek yang berkaitan. Pada masing-masing indikator terdapat beberapa butir pernyataan yang digunakan sebagai instrumen penilaian dari indikator yang berkaitan. Berikut hasil penilaian yang diberikan oleh para ahli pada masing-masing aspek.

Tabel 19. Penilaian Ahli Materi pada aspek isi materi

No	Indikator	Butir	Skor Ahli Materi		Rerata skor
			1	2	
1	Sesuai rencana Pembelajaran	1	4	4	4
		2	4	4	4
		3	4	3	3,5
2	Sesuai tujuan pembelajaran	4	3	3	3
		5	3	3	3
		6	3	4	3,5
		7	3	4	3,5
3	Sesuai keadaan peserta didik	8	3	3	3
		9	4	3	3,5
		10	3	3	3
Rerata Skor Total					3,4

Tabel 20. Penilaian Ahli Materi pada aspek kebermanfaatan

No	Indikator	Butir	Skor Ahli Materi		Rerata skor
			1	2	
1	Aspek atensi	11	3	4	3,5
		12	3	3	3
2	Aspek afektif	13	3	4	3,5
		14	3	3	3
3	Aspek kognitif	15	3	3	3
		16	3	3	3
4	Aspek psikomotorik	17	3	3	3
		18	3	3	3
Rerata Skor Total					3,125

Dengan berpedoman pada Tabel 10 maka dapat diketahui bahwa penilaian pada aspek isi materi masuk kategori sangat layak, sedangkan untuk aspek kebermanfaatan masuk kategori layak.

Tabel 21. Penilaian Ahli Media pada aspek desain

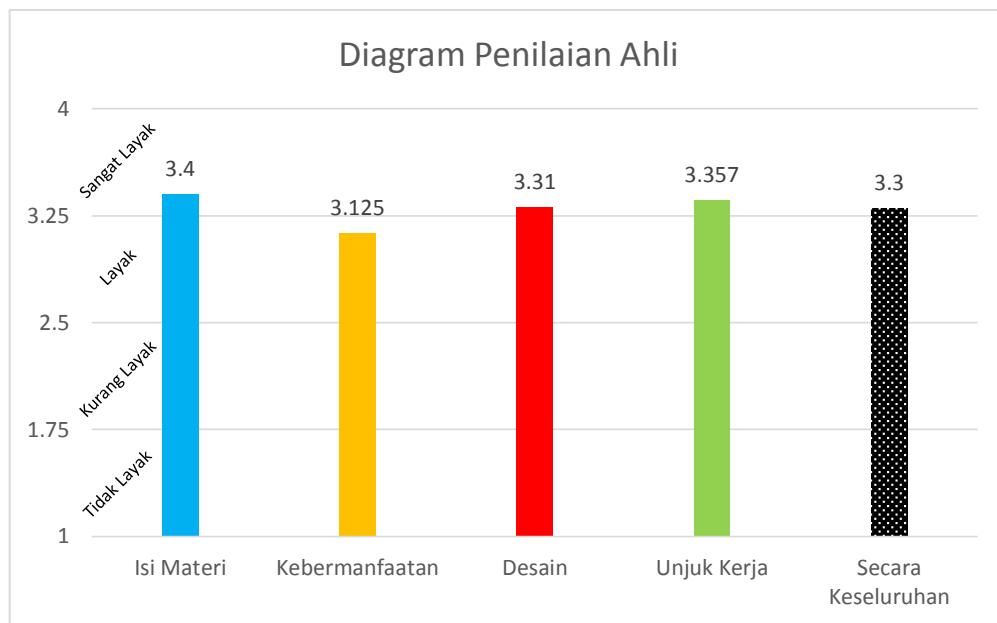
No	Indikator	Butir	Skor Ahli Media		Rerata skor
			1	2	
1	Tampilan	1	3	3	3
		2	3	3	3
		3	4	4	4
		4	3	3	3
2	Teknis	5	3	3	3
		6	3	4	3,5
		7	4	3	3,5
		8	4	4	4
		9	3	3	3
		10	3	2	2,5
		11	3	3	3
		12	3	4	3,5
		13	4	4	4
		14	4	4	4
		15	3	3	3
		16	3	3	3
Rerata Skor Total					3,31

Tabel 22. Penilaian Ahli Media pada aspek unjuk kerja

No	Indikator	Butir	Skor Ahli Media		Rerata skor
			1	2	
1	<i>Purpose</i>	17	3	4	3,5
		18	3	4	3,5
		19	3	4	3,5
		20	3	4	3,5
		21	3	4	3,5
2	<i>Appropriateness</i>	22	3	3	3
		23	3	3	3
Rerata Skor Total					3,357

Dengan berpedoman pada Tabel 10 maka dapat diketahui bahwa penilaian pada aspek desain masuk kategori sangat layak, sedangkan untuk aspek unjuk kerja juga masuk kategori sangat layak.

Selanjutnya peneliti membuat diagram batang olahan data hasil evaluasi ahli, lihat Gambar 34.



Gambar 34. Diagram hasil pengolahan data hasil evaluasi para ahli.

b. Analisa Data Hasil Uji Kelayakan Lapangan

Selanjutnya peneliti menganalisa data yang didapat dari penelitian lapangan. Data didapat dari instrumen yang disebarluaskan ke siswa sebagai subjek penelitian. Siswa selanjutnya akan mengisi angket tersebut berdasarkan sudut pandang mereka. Dari data yang diisikan pada angket tersebut selanjutnya peneliti bisa mengetahui tingkat kelayakan alat yang telah dibuat dari sudut pandang siswa. Berikut hasil penilaian yang diberikan oleh siswa pada masing-masing aspek.

Tabel 23. Rata-rata penilaian siswa pada aspek isi materi

No	Indikator	Butir	Rerata skor
1	Sesuai keadaan peserta didik	1	3,46
		2	3,23
2	Sesuai tujuan pembelajaran	3	3,49
		4	3,49
Rerata Skor Total			3,41

Tabel 24. Rata-rata penilaian siswa pada aspek desain

No	Indikator	Butir	Rerata skor
1	Tampilan	5	3,14
		6	3,11
		7	3,26
2	Teknis	8	3,37
		9	3,34
		10	3,4
		11	3,286
		12	3,37
		Rerata Skor Total	
			3,286

Tabel 25. Rata-rata penilaian siswa pada aspek unjuk kerja

No	Indikator	Butir	Rerata skor
1	<i>Purpose</i>	13	3,34
		14	3,57
2	<i>Appropriateness</i>	15	3,6
		16	3,286
Rerata Skor Total			3,45

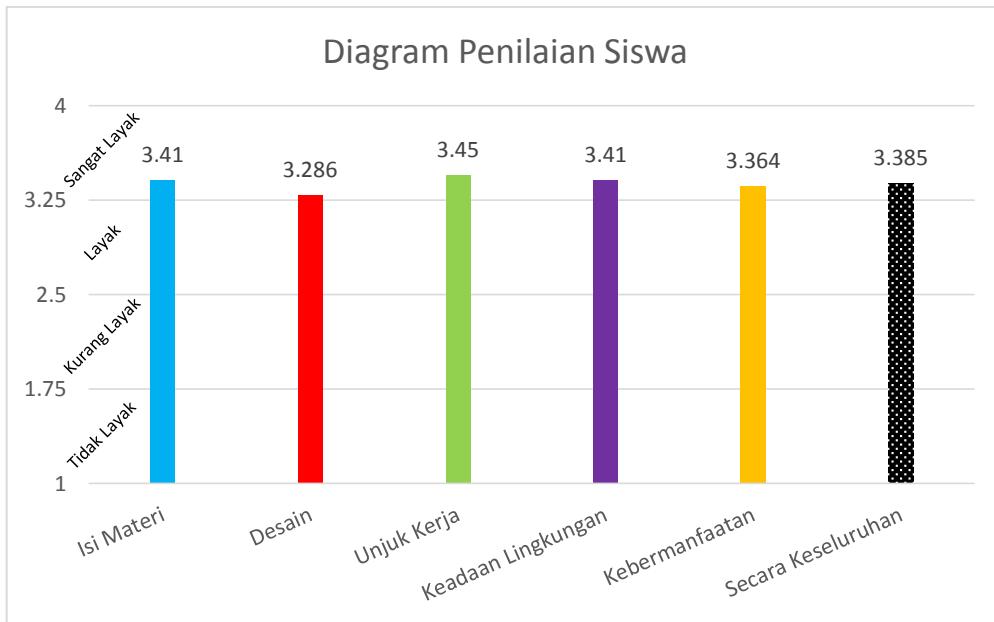
Tabel 26. Rata-rata penilaian siswa pada aspek keadaan lingkungan

No	Indikator	Butir	Rerata skor
1	Dukungan	17	3,4
		18	3,34
		19	3,486
Rerata Skor Total			3,41

Tabel 27. Rata-rata penilaian siswa pada aspek kebermanfaatan

No	Indikator	Butir	Rerata skor
1	Aspek atensi	20	3,31
		21	3,31
2	Aspek afektif	22	3,23
		23	3,14
3	Aspek kognitif	24	3,63
		25	3,51
4	Aspek psikomotorik	26	3,37
		27	3,4
Rerata Skor Total			3,36

Dengan berpedoman pada Tabel 10 maka dapat diketahui bahwa siswa terhadap keseluruhan aspek memberikan penilaian tinggi sehingga masuk kategori sangat layak. Berikut sajian data dalam bentuk diagram batang bisa dilihat pada Gambar 35.



Gambar 35. Diagram hasil pengolahan data hasil penilaian oleh siswa.

Hasil penelitian yang baik haruslah datanya valid dan reliabel. Validitas serta reliabilitas suatu data ditentukan oleh valid dan reliabilitas instrumen yang digunakan. Oleh karena hal tersebut, peneliti melakukan uji validitas serta reliabilitas instrumen.

Langkah pertama yaitu pengujian validitas tiap butir instrumen. Pertama-tama adalah dengan mencari korelasi antara nilai tiap butir soal dengan jumlah nilai total. Untuk mencari korelasi bisa menggunakan rumus III.1. Untuk mencari korelasi dengan Excel 2013 bisa menggunakan fungsi CORREL. Setelah didapat nilai korelasi dari tiap butir soal, selanjutnya adalah mencari t_{hitung} yang dilakukan dengan rumus III.2. Selanjutnya nilai dari t_{hitung} tiap butir soal dibandingkan dengan nilai dari t_{tabel} . Jika nilai dari derajat kebebasan (dk) tidak tertera pada tabel, nilai dari dk bisa dicari dengan rumus interpolasi sebagai berikut:

$$I = t_{min} - (t_{min} - t_{max}) \frac{dk_I - dk_{min}}{dk_{max} - dk_{min}} \quad (\text{IV.1})$$

(Abbot, 2005)

Dari analisa yang dilakukan, didapatkan hasil bahwa seluruh butir instrumen dari 1 sampai 27 masuk dalam kategori valid. Untuk lebih jelasnya tentang data yang dianalisa bisa dilihat di lampiran.

Selanjutnya dicari reliabilitasnya dengan menggunakan rumus Alpha Cronbach (rumus III.4). Untuk bisa mencari reliabilitas, harus dicari nilai varians terlebih dahulu. Nilai varians dapat dicari dengan menggunakan rumus III.5. Dalam Excel 2013 varians dapat dicari menggunakan fungsi VAR.P. Dari perhitungan didapatkan nilai r sebesar 0.913, berdasarkan Tabel 9 maka diketahui tingkat reliabilitas instrumen yaitu sangat bagus. Untuk lebih jelasnya tentang data yang dianalisa bisa dilihat di lampiran.

Dikarenakan instrumen yang digunakan dinyatakan valid dan reliabel, maka data yang diperoleh juga dinyatakan valid dan reliabel, sehingga hasil penelitian ini dianggap valid dan reliabel.

BAB V

KESIMPULAN

A. Simpulan

Dari hasil penelitian dan hasil pembahasan yang sudah dilakukan, peneliti bisa mendapatkan kesimpulan antara lain sebagai berikut:

1. Peralatan yang dibutuhkan dalam praktikum pengujian rangkaian SMPS yaitu berupa *trainer* yang dirancang bisa mengakomodasi pengujian perangkat keras rangkaian PWM, buck *converter*, boost *converter*, serta buck-boost *converter*.
2. Dari sisi kelayakan produk, alat praktikum yang dikembangkan oleh peneliti mendapat penilaian yang memuaskan dari ahli dan siswa yaitu dengan nilai rata-rata 3,3 dari nilai tertinggi 4 sehingga masuk kategori sangat layak. Berikut rincian penilaian yang diberikan oleh ahli dan pengguna: (a) Dari sudut pandang ahli, di mana ahli materi menilai aspek isi materi dan kebermanfaatan dan ahli media menilai aspek desain dan unjuk kerja, keduanya memberikan nilai yang sangat tinggi di mana kedua ahli memberikan nilai dengan besaran rata-rata 3,3 dari nilai tertinggi 4, sehingga bisa disimpulkan alat yang dibuat masuk dalam kategori sangat layak; (b) Dari sudut pengguna yaitu siswa, aspek yang dinilai antara lain isi materi, desain, unjuk kerja, keadaan lingkungan dan kebermanfaatan, secara keseluruhan nilai yang diberikan sangat tinggi di mana besar rata-rata nilai

yang diberikan adalah 3,385 dari nilai tertinggi 4, sehingga bisa disimpulkan alat yang dibuat masuk dalam kategori sangat layak.

B. Keterbatasan Penelitian dan Produk

Selama melakukan penelitian, peneliti menemukan beberapa keterbatasan penelitian dan keterbatasan produk, berikut beberapa keterbatasan tersebut:

1. Penelitian terbatas hanya berupa uji kelayakan produk, belum mencakup uji efektivitas produk.
2. Penelitian lapangan yang dilakukan hanya terbatas di SMK Muhammadiyah 1 Bantul kelas XI TAV tahun ajaran 2017/2018 sehingga data yang didapat juga hanya terbatas pada siswa kelas yang bersangkutan yang berjumlah 35 orang. Sehingga kelayakan alat juga hanya sebatas populasi itu.
3. Produk yang dihasilkan hanya sebanyak 1 buah, sehingga jika digunakan dalam KBM langsung maka tidak akan mencakup populasi siswa dalam satu kelas.
4. Dikarenakan produk tidak dibuat secara massal, biaya yang dibutuhkan relatif mahal. Perlu tindakan lebih lanjut supaya bisa menekan biaya pembuatan.

C. Pengembangan Produk Lebih Lanjut

Pengembangan produk lebih lanjut bisa dilakukan dengan menitikberatkan pada penekanan biaya pembuatan sehingga bisa diproduksi lebih banyak. Selain itu penelitian lanjutan bisa dilakukan dengan menguji keefektivan alat dalam mempengaruhi/meningkatkan hasil belajar siswa.

D. Saran

Saran dari peneliti yang berkaitan dengan produk yang dibuat antara lain sebagai berikut:

1. Bagi Peserta Didik

Peserta didik harus banyak membaca *datasheet* dan beberapa *application report* dari setiap komponen yang digunakan. Hal ini bertujuan supaya siswa lebih bisa memahami cara kerja rangkaian pada produk. Untuk menambah wawasan seharusnya siswa senantiasa belajar secara aktif dari berbagai macam sumber yang memungkinkan.

2. Bagi Guru

Supaya *trainer* bisa digunakan secara nyata dalam kegiatan KBM sebaiknya guru berinisiatif memperbanyak rangkaian. Selain itu bisa juga dengan berinisiatif dengan membentuk tiga kelompok praktik dan masing-masing kelompok diberi rangkaian berbeda yang kemudian akan saling ditukar.

3. Bagi Kepala Sekolah

Untuk kemajuan proses KBM sebaiknya Kepala Sekolah senantiasa memberi bantuan dan dorongan kepada pendidik supaya bisa berinovasi mengembangkan sumber belajar bagi siswanya secara mandiri.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbot, M. (2005, January 5). *Introductory Econometrics*. Diambil pada tanggal 12 Desember 2017, dari Queen's Economics Department:
<http://qed.econ.queensu.ca/walras/custom/300/351A/351memo2.pdf>
- Ahmadi, R. (2014). *Pengantar Pendidikan: Asas dan Filsafat Pendidikan* . Sleman: Ar-Ruzz Media.
- Arikunto, S. (1987). *Pengelolaan Materiil*. Jakarta: Prima Karya.
- Arikunto, S. (2013). *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan* (2nd ed.). Jakarta: Bumi Aksara.
- Arikunto, S. (2013). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik* (15th ed.). Jakarta: Rineka Cipta.
- Asyhar, H. R. (2012). *Kreatif Mengembangkan Media Pembelajaran*. Jakarta: Referensi.
- Brown , J. W., Lewis, R. B., & Harclerode, F. F. (1983). *AV INSTRUCTION : Technology, Media, and Methods* (6th ed.). New York: McGraw-Hill.
- Coates, E. (n.d.). *Boost Converters*. Diambil pada tanggal 21 September 2016, dari Learnabout Electronics: <http://www.learnabout-electronics.org/PSU/psu32.php>
- Coates, E. (n.d.). *Buck Converters*. Diambil pada tanggal 21 September 2016, dari Learnabout Electronics: <http://www.learnabout-electronics.org/PSU/psu31.php>
- Coates, E. (n.d.). *Buck-Boost Converters*. Diambil pada tanggal 21 September 2016, dari Learnabout Electronics: <http://www.learnabout-electronics.org/PSU/psu33.php>
- Duane, & Preble, S. (1994). *Artforms: An Introduction to The Visual Arts* (5th ed.). New York: HarperCollins College Publishers.
- Echols, J. M., & Shadily, H. (2010). *Kamus Inggris Indonesia*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Ericsson. (2010, July). Diambil pada tanggal 2 November 2016, dari Ericsson: <http://archive.ericsson.net/service/internet/picov/get?DocNo=28701-EN/LZT146243&Lang=EN&HighestFree=Y>

- Fajaryati, N., Nurkhamid, Pranoto, P. W., Muslikhin, & Dwi W, A. (Oktober 2016). E-Module Development For The Subject Of Measuring Instruments And Measurement In Electronics Engineering Education. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*. Diambil pada tanggal 1 Oktober 2017, dari <https://journal.uny.ac.id/index.php/jptk/article/view/13187>
- Fatkhuerozi, S. (2012). *Trainer Pesawat Penerima Radio AM/FM sebagai Media Pembelajaran untuk kelas XI Teknik Audio Video di SMK Negeri 3 Yogyakarta*. Yogyakarta: UNY.
- Frenzel, L. E. (2008). *Principles of Electronic Communication Systems* (3rd ed.). New York: McGraw-Hill.
- George, D., & Mallory, P. (2016). *IBM SPSS Statistics 23 Step by Step: A Simple Guide and Reference* (14th ed.). New York: Routledge.
- Gerlach, V. S., & Ely, D. P. (1980). *Teaching and Media: A Systematic Approach* (2nd ed.). New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Griffith, P. (2011, September). *Designing Switching Voltage Regulators With the TL494*. Texas: Texas Instruments. Diambil pada tanggal 3 Mei 2016, dari Texas Instrument: <http://www.ti.com/lit/pdf/slva001>
- Kemp, J. E., & Dayton, D. K. (1985). *Planning and Producing Instructional Media* (5th ed.). New York: Harper & Row.
- Malvino, A., & J.Bates, D. (2007). *Electronic Principles* (7th ed.). New York: McGraw-Hill.
- Nugraha, W. T. (2015). *Pengembangan Trainer Kit Fleksibel untuk Mata Pelajaran Teknik Mikrokontroller dan Robotik pada Program Keahlian Teknik Audio Video di SMK Negeri 3 Yogyakarta*. Yogyakarta: UNY.
- Pragola, D. (2015). *Pengembangan Trainer Sistem Kendali Posisi Motor DC sebagai Media Pembelajaran Robotika*. Yogyakarta: UNY.
- Raskhodoff, N. M. (1982). *Electronic Drafting and Design* (4th ed.). New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Rohde & Schwarz. (2013, November 26). Diambil pada tanggal 2 November 2016, dari Rohde & Schwarz: https://www.rohde-schwarz.com/id/applications/initial-evaluation-of-a-dc-dc-switch-mode-power-supply-application-note_56280-192137.html

- Rusman. (2012). *Belajar dan Pembelajaran Berbasis Komputer*. Bandung: Alfabeta.
- Sudarsono, F., Sumarno, Suyata, Zamroni, Mardapi, D., Budiyono, . . . Soenarto. (2013). *Metode Penelitian Pendidikan*. (S. I. Dwiningrum, Ed.) Yogyakarta: UNY Press.
- Sudjana, N., & Rivai, A. (2013). *Media Pengajaran (Penggunaan dan Pembuatannya)* (11th ed.). Bandung: Sinar Baru Algesindo.
- Sugiyono. (2012). *Statistika Untuk Penelitian* (20th ed.). Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. (2015). *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D)* (21st ed.). Bandung: Alfabeta.
- Suleiman, A. H. (1981). *Media Audio-Visual Untuk Pengajaran, Penerapan dan Penyuluhan*. Jakarta: PT.Gramedia.
- Sundayana, R. (2014). *Statistika Penelitian Pendidikan*. Bandung: ALfabeta.
- Susilana, R., & Riyana, C. (2008). *Media Pembelajaran*. Bandung: UPI.
- Tektronix Company. (2016, September 13). Diambil pada tanggal 2 November 2016, dari Tektronix: <http://www.tek.com/document/application-note/simplifying-dc-dc-converter-characterization-0>
- Utami, P. (2010). *Pengembangan Sequential Digital Teaching Media (SDTM) pada Mata Pelajaran Teknik Kontrol di Kelas XI Program Keahlian Teknik Audio Video SMK Negeri 2 Yogyakarta Tahun Ajaran 2010/2011*. Yogyakarta: UNY.
- UU Tahun 2003*. (n.d.). Diambil pada tanggal 20 Desember 2016, dari Kementerian Sekretariat Negara Republik Indonesia:
https://www.setneg.go.id/components/com_perundangan/docviewer.php?id=323&filename=UU_no_20_th_2003.pdf
- Widyoko, S. P. (2015). *Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian* (4th ed.). Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Wulandari, B., Suparman, Santoso, D., Muslihin, & Utami, A. D. (Oktober 2015). Pengembangan Trainer Equalizer Grafis Dan Parametris Sebagai Media Pembelajaran Mata Kuliah Praktik Sistem Audio. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*. doi:10.21831/jptk.v22i4.7835

Yuwono, K. T., & Suprapto. (2011, Mei). Pengembangan Modul Praktikum Mikrokontroler (AVR) Menggunakan Perangkat Lunak Proteus Professional V7.5 SP3. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*. Diambil pada tanggal 1 Oktober 2017, dari <https://journal.uny.ac.id/index.php/jptk/article/view/7755>

LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Pernyataan Validasi Instrumen 1

SURAT PERNYATAAN VALIDASI INSTRUMEN PENELITIAN TUGAS AKHIR SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Bekti Wulandari, M.Pd
NIP. : 198812242014042002
Jurusan : Pendidikan Teknik Elektronika

menyatakan bahwa telah melakukan validasi instrumen penelitian TAS atas nama mahasiswa:

Nama : Sunu Wakhid Rinawan
NIM : 11502241021
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika
Judul : Pengembangan Trainer sebagai Alat Praktikum Pengujian Rangkaian Pembangkit PWM, Buck Converter, Boost Converter dan Buck-Boost Converter pada Mata Pelajaran Penerapan Rangkaian Elektronika di Kelas XI SMK Muhammadiyah 1 Bantul

Setelah dilakukan kajian atas instrumen penelitian TAS tersebut, instrumen dinyatakan:

- Layak digunakan untuk penelitian
 Layak digunakan dengan perbaikan
 Tidak layak digunakan untuk penelitian yang bersangkutan dengan saran/ perbaikan sebagaimana terlampir

Catatan:

- tambahkan butir pernyataan dengan aspek lain yg sesuai di Bab 2 pada lembar evaluasi materi
- perbaiki kalimat sesuai di lembar evaluasi

Yogyakarta, 4 Mei 2017

Validator

Bekti

Bekti Wulandari, M.Pd
NIP. ...198812242014042002

- Beri tanda ✓

Lampiran 2. Surat Pernyataan Validasi Instrumen 2

SURAT PERNYATAAN VALIDASI INSTRUMEN PENELITIAN TUGAS AKHIR SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : *Turyake fy*

NIP : *1984031201404 2002*

Jurusan : Pendidikan Teknik Elektronika

menyatakan bahwa telah melakukan validasi instrumen penelitian TAS atas nama mahasiswa:

Nama : Sunu Wakhid Rinawan

NIM : 11502241021

Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika

Judul : Pengembangan Trainer sebagai Alat Praktikum Pengujian Rangkaian Pembangkit

PWM, Buck Converter, Boost Converter dan Buck-Boost Converter pada Mata

Pelajaran Penerapan Rangkaian Elektronika di Kelas XI SMK Muhammadiyah 1

Bantul

Setelah dilakukan kajian atas instrumen penelitian TAS tersebut, instrumen dinyatakan:

- Layak digunakan untuk penelitian
- Layak digunakan dengan perbaikan
- Tidak layak digunakan untuk penelitian yang bersangkutan dengan saran/ perbaikan sebagaimana terlampir

Catatan:

*kalimat pd instrumen dibuat lebih efektif &
folk menimbulkan makna ganda*

Yogyakarta,

Validator



NIP. *1984031201404 2002*

- Beri tanda ✓

Lampiran 3. Surat Pernyataan Evaluasi Ahli Media 1

SURAT PERNYATAAN VALIDASI

MEDIA BAHAN PENELITIAN TUGAS AKHIR SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ponco Walipranoto, M.Pd.

NIP : 11301831129185

Jurusan : Pendidikan Teknik Elektronika

menyatakan bahwa telah melakukan validasi media bahan penelitian TAS atas nama mahasiswa:

Nama : Sunu Wakhid Rinawan

NIM : 11502241021

Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika

Judul : Pengembangan Trainer sebagai Alat Praktikum Pengujian Rangkaian Pembangkit

PWM, Buck Converter, Boost Converter dan Buck-Boost Converter pada Mata

Pelajaran Penerapan Rangkaian Elektronika di Kelas XI SMK Muhammadiyah 1
Bantul

Setelah dilakukan kajian atas media bahan penelitian TAS tersebut, bahan dinyatakan:

- Layak digunakan untuk penelitian
 Layak digunakan dengan perbaikan
 Tidak layak digunakan untuk penelitian yang bersangkutan dengan saran/ perbaikan sebagaimana terlampir

Catatan:

.....
.....
.....
.....
.....

Yogyakarta,

Validator

ponco walipranoto.
NIP.

- Beri tanda √

Lampiran 4. Surat Pernyataan Evaluasi Ahli Media 2

SURAT PERNYATAAN VALIDASI MEDIA BAHAN PENELITIAN TUGAS AKHIR SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muslikhin, M.Pd.
NIP : 19850101 2014 04 1001
Jurusan : Pendidikan Teknik Elektronika

menyatakan bahwa telah melakukan validasi media bahan penelitian TAS atas nama mahasiswa:

Nama : Sunu Wakhid Rinawan
NIM : 11502241021
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika
Judul : Pengembangan Trainer sebagai Alat Praktikum Pengujian Rangkaian Pembangkit PWM, Buck Converter, Boost Converter dan Buck-Boost Converter pada Mata Pelajaran Penerapan Rangkaian Elektronika di Kelas XI SMK Muhammadiyah 1 Bantul

Setelah dilakukan kajian atas media bahan penelitian TAS tersebut, bahan dinyatakan:

- Layak digunakan untuk penelitian
 Layak digunakan dengan perbaikan
 Tidak layak digunakan untuk penelitian yang bersangkutan dengan saran/ perbaikan sebagaimana terlampir

Catatan:

Penemuan serupa caranya pada insiden

Yogyakarta,

Validator

Muslikhin, M.Pd.
NIP. 19850101 2014 04 1001

- Beri tanda ✓

Lampiran 5. Surat Pernyataan Evaluasi Ahli Materi 1

SURAT PERNYATAAN VALIDASI MATERI BAHAN PENELITIAN TUGAS AKHIR SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : *Marduli Teluris*
NIP : *4640917689011001*
Jurusan : Pendidikan Teknik Elektronika

menyatakan bahwa telah melakukan validasi materi bahan penelitian TAS atas nama mahasiswa:

Nama : Sunu Wakhid Rinawan
NIM : 11502241021
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika
Judul : Pengembangan Trainer sebagai Alat Praktikum Pengujian Rangkaian Pembangkit PWM, Buck Converter, Boost Converter dan Buck-Boost Converter pada Mata Pelajaran Penerapan Rangkaian Elektronika di Kelas XI SMK Muhammadiyah 1 Bantul

Setelah dilakukan kajian atas materi bahan penelitian TAS tersebut, bahan dinyatakan:

- Layak digunakan untuk penelitian
 Layak digunakan dengan perbaikan
 Tidak layak digunakan untuk penelitian yang bersangkutan dengan saran/ perbaikan sebagaimana terlampir

Catatan:

Sesuai dg Saran

Yogyakarta, 9/10/2017

Validator

Marduli Teluris
NIP. ...*4640917689011001*

- Beri tanda ✓

Lampiran 6. Surat Pernyataan Evaluasi Ahli Materi 2

SURAT PERNYATAAN VALIDASI MATERI BAHAN PENELITIAN TUGAS AKHIR SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Bekti Wulandari
NIP : 19881224 20404 2 002
Jurusan : Pendidikan Teknik Elektronika

menyatakan bahwa telah melakukan validasi materi bahan penelitian TAS atas nama mahasiswa:

Nama : Sunu Wakhid Rinawan
NIM : 11502241021
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika
Judul : Pengembangan Trainer sebagai Alat Praktikum Pengujian Rangkaian Pembangkit PWM, Buck Converter, Boost Converter dan Buck-Boost Converter pada Mata Pelajaran Penerapan Rangkaian Elektronika di Kelas XI SMK Muhammadiyah 1 Bantul

Setelah dilakukan kajian atas materi bahan penelitian TAS tersebut, bahan dinyatakan:

- Layak digunakan untuk penelitian
- Layak digunakan dengan perbaikan
- Tidak layak digunakan untuk penelitian yang bersangkutan dengan saran/ perbaikan sebagaimana terlampir

Catatan:

Pembenahan / perbaiki kalimat langkah percobaan dan tata tulisnya.
seperti yang ada di instrumen / worksheet

Yogyakarta, 18 September 2017

Validator

Oktavia

Bekti Wulandari
NIP. 19881224 20404 2 002

- Beri tanda ✓

Lampiran 7. Angket Instrumen Evaluasi untuk Ahli Media

Pengembangan Trainer sebagai Alat Praktikum Pengujian
 Rangkaian Pembangkit PWM, Buck Converter, Boost Converter
 dan Buck-Boost Converter pada Mata Pelajaran Penerapan
 Rangkaian Elektronika di Kelas XI SMK Muhammadiyah 1 Bantul

**LEMBAR EVALUASI TRAINER
 UNTUK AHLI MEDIA**



Kisi-Kisi Instrumen Penilaian Alat Praktikum berupa Trainer SMPS
 untuk Ahli Media

No	Aspek	Indikator	Butir
1	Desain	Tampilan Teknis	1, 2, 3, 4 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16
2	Unjuk Kerja	Purpose Appropriateness	17, 18, 19, 20, 21 22, 23

Identitas Responden :

Nama :
 Instansi :

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA
 JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA
 FAKULTAS TEKNIK
 UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
 2017

**Lembar Evaluasi
 Alat Praktikum berupa Trainer SMPS
 untuk Ahli Media**

Judul Penelitian	: Pengembangan Trainer sebagai Alat Praktikum Pengujian Rangkaian Pembangkit PWM, Buck Converter, Boost Converter dan Buck-Boost Converter pada Mata Pelajaran Penerapan Rangkaian Elektronika di Kelas XI SMK Muhammadiyah 1 Bantul
Materi Pokok	: Penerapan Rangkaian Elektronika
Sasaran Program	: Siswa Kelas XI Program Keahlian Teknik Audio Video SMK Muhammadiyah 1 Bantul
Peneliti	: Sunu Wakhid Rinawan

A. Petunjuk

1. Lembar evaluasi ini dimaksudkan untuk mengetahui pendapat Bapak/ Ibu sebagai Ahli Materi tentang Trainer Praktikum SMPS.
2. Pendapat, kritik, saran, penilaian dan komentar Bapak/ Ibu akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas program pembelajaran ini. Sehubungan dengan hal tersebut, saya mohon Bapak/ Ibu memberikan pendapat pada setiap pernyataan yang tersedia dengan memberikan tanda " ✓ " pada kolom yang tersedia, sesuai keyakinan Bapak/ Ibu. Komentar/ saran silahkan ditulis pada tempat yang telah disediakan.
3. Pada rentangan penilaian tanggapan terdiri dari 4 (empat) tingkatan yaitu :

SB = Sangat Baik KB = Kurang Baik
 B = Baik TB = Tidak Baik

Contoh :

No	Kriteria Penilaian	Tanggapan			
		SB	B	KB	TB
1	Meningkatkan motivasi belajar siswa	✓			

B. Aspek Penilaian

No	Pernyataan	Tanggapan			
		SB	B	KB	TB
1	Kerapian trainer secara keseluruhan				
2	Komposisi warna trainer secara keseluruhan				
3	Tampilan bentuk trainer secara keseluruhan				
4	Kesesuaian tampilan trainer dengan tingkat kedewasaan (TK/ SD/ SMP/ SMA) siswa				
5	Kesesuaian rating elektrik pada komponen yang digunakan				
6	Kesesuaian warna komponen (kabel, jack, saklar, dll) yang digunakan dilihat dari segi fungsionalitas				
7	Kesesuaian ukuran komponen yang digunakan dilihat dari segi fungsionalitas				
8	Kesesuaian jenis komponen yang digunakan dilihat dari segi fungsionalitas				
9	Kesesuaian pemilihan komponen dilihat dari segi kemudahan penggunaan				
10	Kemudahan membaca label/ tulisan				
11	Kemudahan pemasangan papan rangkaian				
12	Kemudahan pengoperasian trainer secara keseluruhan				
13	Bentuk trainer dilihat dari segi keamanan				
14	Kemudahan pemindahan alat				
15	Kelelahan dalam dilihat dari penggunaan rangkaian				
16	Keselarasan tampilan dengan penamaan trainer pada jobsheet				
17	Untuk kerja rangkaian buck				
18	Untuk kerja rangkaian boost				
19	Untuk kerja rangkaian buck-boost				
20	Untuk kerja rangkaian PWM				
21	Untuk kerja trainer secara keseluruhan				
22	Kesesuaian trainer sebagai alat praktikum pengujian SMPS				
23	Kelengkapan trainer sebagai alat praktikum pengujian SMPS				

C. Komentar dan Saran

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

D. Kesimpulan

Trainer Praktikum Pengujian Rangkaian Pembangkit PWM, Buck Converter, Boost Converter dan Buck-Boost Converter ini dinyatakan:

- Layak digunakan tanpa revisi
- Layak digunakan dengan revisi sesuai saran
- Tidak layak digunakan

Yogyakarta,
Ahli Media

.....
NIP.

Catatan:

- Beri tanda ✓

Lampiran 8. Angket Instrumen Evaluasi untuk Ahli Materi

Pengembangan Trainer sebagai Alat Praktikum Pengujian
Rangkaian Pembangkit PWM, Buck Converter, Boost Converter
dan Buck-Boost Converter pada Mata Pelajaran Penerapan
Rangkaian Elektronika di Kelas XI SMK Muhammadiyah 1 Bantul

LEMBAR EVALUASI TRAINER UNTUK AHLI MATERI



Kisi-Kisi Instrumen Penilaian Alat Praktikum berupa Trainer SMPS untuk Ahli Materi

No	Aspek	Indikator	Butir
1	Isi Materi	Sesuai rencana pembelajaran	1, 2, 3
		Sesuai tujuan pembelajaran	4, 5, 6, 7
		Sesuai keadaan peserta didik	8, 9, 10
2	Kebermanfaatan	Aspek atensi	11, 12
		Aspek afektif	13, 14
		Aspek kognitif	15, 16
		Aspek psikomotorik	17, 18

Identitas Responden :

Nama :
Instansi :

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA
JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2017

.....

Lembar Evaluasi Alat Praktikum berupa Trainer SMPS untuk Ahli Materi

Judul Penelitian	: Pengembangan Trainer sebagai Alat Praktikum Pengujian Rangkaian Pembangkit PWM, Buck Converter, Boost Converter dan Buck-Boost Converter pada Mata Pelajaran Penerapan Rangkaian Elektronika di Kelas XI SMK Muhammadiyah 1 Bantul
Materi Pokok	: Merencanakan rangkaian catu daya mode non-linier
Sasaran Program	: Siswa Kelas XI Program Keahlian Teknik Audio Video SMK Muhammadiyah 1 Bantul
Peneliti	: Sunu Wakhid Rinawan

A. Petunjuk

1. Lembar evaluasi ini dimaksudkan untuk mengetahui pendapat Bapak/ Ibu sebagai Ahli Materi tentang Trainer Praktikum SMPS.
2. Pendapat, kritik, saran, penilaian dan komentar Bapak/ Ibu akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas program pembelajaran ini. Sehubungan dengan hal tersebut, saya mohon Bapak/ Ibu memberikan pendapat pada setiap pernyataan yang tersedia dengan memberikan tanda "√" pada kolom yang tersedia, sesuai keyakinan Bapak/ Ibu. Komentar/ saran silahkan dituliskan pada tempat yang telah disediakan.
3. Pada rentangan perilaku tanggapan terdiri dari 4 (empat) tingkatan yaitu :

SB = Sangat Baik KB = Kurang Baik
B = Baik TB = Tidak Baik

Contoh :

No	Kriteria Penilaian	Tanggapan			
		SB	B	KB	TB
1	Peningkatan motivasi belajar siswa	✓			

B. Aspek Penilaian

No	Pernyataan	Tanggapan			
		SB	B	KB	TB
1	Kelengkapan trainer sebagai alat praktikum pengujian SMPS				
2	Kesesuaian trainer dengan rencana pembelajaran				
3	Kerurutan rencana praktikum pada jobsheet				
4	Kelengkapan materi yang akan disampaikan				
5	Kedalamann materi yang akan dibahas				
6	Kesesuaian rencana praktikum dengan tujuan pembelajaran				
7	Kesesuaian materi yang akan disampaikan dengan tujuan pembelajaran				
8	Kelengkapan materi yang akan diberikan dengan pengetahuan yang telah dimiliki siswa				
9	Keselarasan kegiatan yang akan dilakukan dengan keterampilan yang telah dimiliki siswa				
10	Kesesuaian tingkat beban materi dengan tingkat kemampuan siswa				
11	Kebermanfaatan dalam menarik perhatian siswa				
12	Kebermanfaatan dalam meningkatkan fokus siswa				
13	Kebermanfaatan dalam mengurangi rasa bosan siswa				
14	Kebermanfaatan dalam mengurangi rasa bosan siswa				
15	Kebermanfaatan dalam menambah pengetahuan				
16	Kebermanfaatan dalam membantu pemahaman materi				
17	Kebermanfaatan dalam mengasah kemampuan menggunakan alat ukur				
18	Kebermanfaatan dalam mengasah kemampuan mengamati				

C. Komentar dan Saran

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

D. Kesimpulan

Trainer Praktikum Pengujian Rangkaian Pembangkit PWM, Buck

Converter, Boost Converter dan Buck-Boost Converter ini dinyatakan:

- Layak digunakan tanpa revisi
- Layak digunakan dengan revisi sesuai saran
- Tidak layak digunakan

Yogyakarta,
Ahli Materi

.....
NIP.

Catatan:

- Beri tanda ✓

Lampiran 9. Angket Instrumen Evaluasi untuk Siswa

Pengembangan Trainer sebagai Alat Praktikum Pengujian
 Rangkaian Pembangkit PWM, Buck Converter, Boost Converter
 dan Buck-Boost Converter pada Mata Pelajaran Penerapan
 Rangkaian Elektronika di Kelas XI SMK Muhammadiyah 1 Bantul

LEMBAR EVALUASI TRAINER UNTUK SISWA



Identitas Responden :

Nama :
 Kelas :

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA
 JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA
 FAKULTAS TEKNIK
 UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
 2017

Kisi-Kisi Instrumen Penilaian Alat Praktikum berupa Trainer SMPS untuk Siswa

No	Aspek	Indikator	Butir
1	Isi Materi	Sesuai keadaan peserta didik	1, 2
		Sesuai tujuan pembelajaran	3, 4
2	Desain	Tampilan	5, 6, 7
		Teknis	8, 9, 10, 11, 12
3	Unjuk Kerja	<i>Purpose</i>	13, 14
		<i>Appropriateness</i>	15, 16
4	Keadaan Lingkungan	Dukungan	17, 18, 19
		Aspek atensi	20, 21
5	Kebermanfaatan	Aspek afektif	22, 23
		Aspek kognitif	24, 25
		Aspek psikomotorik	26, 27

Lembar Evaluasi Alat Praktikum berupa Trainer SMPS untuk Siswa

Judul Penelitian : Pengembangan Trainer sebagai Alat Praktikum Pengujian Rangkaian Pembangkit PWM, Buck Converter, Boost Converter dan Buck-Boost Converter pada Mata Pelajaran Penerapan Rangkaian Elektronika di Kelas XI SMK Muhammadiyah 1 Bantul
 Materi Pokok : Penerapan Rangkaian Elektronika
 Saaran Program : Siswa Kelas XI Program Keahlian Teknik Audio Video SMK Muhammadiyah 1 Bantul
 Peneliti : Sunu Wakid Rinawan

A. Petunjuk

1. Lembar evaluasi ini diri oleh siswa
2. Lembar evaluasi ini terdiri dari 27 butir pernyataan mengenai aspek isi materi, desain, unjuk kerja, keadaan lingkungan serta kebermanfaatan.
3. Tanggapan dapat dilakukan dengan memberikan tanda "v" pada kolom yang tersedia pada setiap pernyataan.
4. Pada rentangan penilaian tanggapan terdiri dari 4 (empat) tingkatan yaitu :

SS = Sangat Setuju KS = Kurang Setuju

S = Setuju TS = Tidak Setuju

Contoh :

No	Kriteria Penilaian	Tanggapan			
		SS	S	KS	TS
1	Meningkatkan motivasi belajar siswa	v			

B. Aspek Penilaian

No	Pernyataan	Tanggapan			
		SS	S	KS	TS
1	Kegiatan praktikum yang dilakukan selaras dengan keterampilan yang dimiliki				
2	Materi yang disampaikan selaras dengan ilmu yang dipelajari sebelumnya oleh siswa				
3	Kegiatan praktikum sesuai dengan tujuan pembelajaran				
4	Materi yang disampaikan sesuai dengan tujuan pembelajaran				
5	Secara keseluruhan terlihat rapi				
6	Secara keseluruhan komposisi warna proporsional				
7	Bentuk trainer secara keseluruhan terlihat menarik				
8	Warna kabut sudah sesuai				
9	Ukuran saklar sudah sesuai				
10	Label/tulisan terlihat jelas				
11	Trainer mudah digunakan				
12	Trainer mudah dipindahkan				
13	Unjuk kerja trainer secara keseluruhan sudah bagus				
14	Penggunaan trainer membantu siswa melakukan aktivitas pengujian SMPS secara efisien				
15	Trainer cocok sebagai alat praktikum pengujian SMPS				
16	Trainer memenuhi segala aspek pengujian SMPS				
17	Ukuran trainer sesuai dengan luas meja kerja				
18	Di sekolah tersedia sumber daya yang memadai				
19	Di sekolah tersedia alat ukur yang kompatibel dengan trainer				
20	Tampilan trainer terlihat menarik				
21	Trainer membantu untuk tetap fokus dalam belajar				
22	Supaya pelajaran trainer semakin termotivasi untuk lebih pait mempelajari materi SMPS				
23	Penggunaan trainer mengurangi perasaan bosan saat KBM				
24	Penggunaan trainer menambah pengetahuan baru				
25	Trainer membantu memahami materi tentang SMPS				
26	Kegiatan praktikum mengasah kemampuan dalam menggunakan alat ukur				
27	Kegiatan praktikum mengasah kemampuan dalam melakukan pengamatan				

C. Komentar dan Saran

Terimakasih atas waktu yang telah anda luangkan serta ketersediaan anda untuk mengisi lembar evaluasi ini.

Bantul,
Siswa

NTS

Lampiran 10. Tabel Uji Validitas Butir Soal

	Soal																				Total						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	91
2	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	97
3	3	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	100
4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	96
5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	91
6	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	108
7	3	3	4	3	3	4	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	92
8	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	91
9	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	78
10	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	3	3	3	3	90
11	3	1	4	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1	3	1	3	3	3	3	3	3	69
12	4	4	4	4	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	4	4	4	4	93
13	4	3	4	3	3	3	4	4	3	3	3	4	4	4	3	4	4	3	3	4	4	3	4	4	3	3	94
14	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	2	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	79
15	4	3	2	4	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	95
16	3	3	2	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	86
17	3	4	4	4	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	4	4	3	3	3	4	4	3	4	4	4	4	96
18	4	3	4	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	4	4	3	4	4	4	4	89
19	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	4	3	4	4	3	3	91
20	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	81
21	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	85
22	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	3	3	3	3	81
23	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	81
24	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	89
25	3	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	3	4	3	3	3	3	3	91
26	4	4	2	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	2	4	4	4	4	3	97
27	4	2	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3	90
28	3	3	2	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	2	2	2	3	3	3	3	90
29	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	3	3	4	2	3	4	3	3	3	86
30	4	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	85
31	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	107
32	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	4	4	4	3	4	3	3	85
33	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3	3	86
34	3	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	92
35	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	108
Koefisien Korelasi	0.33942	0.71314	0.4416	0.62464	0.6451	0.6353	0.57642	0.59357	0.66112	0.66112	0.63134	0.63898	0.53328	0.52503	0.52404	0.61154	0.57334	0.46226	0.50346	0.64807	0.52148	0.49902	0.50041	0.48737	0.58124	0.554023	
t hitung	3.6803	5.84389	2.8274	4.395	4.85359	4.96137	4.05218	4.92894	5.06184	3.00189	4.77192	3.62134	3.5438	4.52456	4.44005	4.04083	3.00037	3.34735	4.8883	3.51319	3.00037	3.78711	2.41317	3.16319	3.39428	3.822665	
t tabel	1.6831	1.6831	1.6831	1.6831	1.6831	1.6831	1.6831	1.6831	1.6831	1.6831	1.6831	1.6831	1.6831	1.6831	1.6831	1.6831	1.6831	1.6831	1.6831	1.6831	1.6831	1.6831	1.6831	1.6831	1.6831		
Keterangan	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	

Lampiran 11. Tabel Uji Reliabilitas

		Butir Soal (I)																				SISWA				Total		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	91
2	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	97
3	3	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	100
4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	96
5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	91
6	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	108
7	3	3	4	3	3	3	4	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	3	4	4	4	4	4	4	92
8	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	91
9	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	78
10	10	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	90
11	3	4	4	4	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	69
12	4	4	4	4	3	3	4	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	93
13	4	3	4	4	4	3	3	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	3	4	4	4	4	94
14	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	79
15	4	3	2	4	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	95
16	3	3	2	4	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	86
17	3	4	4	4	4	3	3	4	3	3	3	4	3	3	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	96
18	4	3	4	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	89
19	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	3	4	4	4	4	91
20	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	81
21	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	85
22	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	91
23	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	81
24	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	100
25	3	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	3	4	4	4	4	91
26	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	2	4	4	4	4	4	97
27	4	2	3	3	3	3	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	90
28	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	2	2	2	2	2	2	2	86
29	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	85
30	4	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	85
31	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	107
32	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	4	4	4	4	4	4	85
33	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	86
34	3	3	4	4	3	3	4	4	3	4	3	3	4	4	3	4	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	92
35	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	108
σ^2	0.24816	0.42132	0.30694	0.12245	0.10122	0.19102	0.29061	0.22531	0.24	0.37551	0.29061	0.22531	0.24449	0.24	0.37551	0.46857	0.39673	0.2498	0.38694	0.21551	0.29061	0.63673	0.23347	0.2498	0.29061	0.24		
σ_t^2	66.7298																											
α / τ_{11}	0.91277																											

Lampiran 12. Administrasi

**KEPUTUSAN DEKAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
NOMOR : 142/ELK/Q-I/VI2016
TENTANG
PENGANGKATAN PEMBIMBING TUGAS AKHIR SKRIPSI
BAGI MAHASISWA FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**
**DEKAN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

Menimbang : 1. Bahwa sehubungan dengan telah dipenuhi syarat untuk penulisan Tugas Akhir Skripsi bagi mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta, perlu diangkat pembimbing.
2. Bahwa untuk keperluan dimaksud perlu ditetapkan dengan Keputusan Dekan.

Mengingat : 1. Undang-undang Nomor 20 tahun 2003.
2. Peraturan Pemerintah RI Nomor 60 tahun 1999.
3. Keputusan Presiden RI: a. Nomor 93 tahun 1999; b. 305/M tahun 1999.
4. Keputusan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan RI: Nomor 274/O/1999.
5. Keputusan Mendiknas RI Nomor 003/O/2001.
6. Keputusan Rektor UNY Nomor : 1160/UN34/KP/2011.

M E M U T U S K A N

Menetapkan

Pertama : Mengangkat Pembimbing Tugas Akhir Skripsi bagi mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta sebagai berikut :

Nama Pembimbing : Totok Sukardiyono, MT
Bagi mahasiswa :
Nama/No.Mahasiswa : **Sunu Wahid Rinawan /11502241021**
Jurusan/Prodi : Pendidikan Teknik Elektronika / Pendidikan Teknik Elektronika
Judul Skripsi : *Pengembangan Trainer sebagai Perakitan Praktikum Pengujian Rangkaian Pembangkit PWM, Buck Converte Boost Converter, dan Buck-Boost Converte pada Mata Pelajaran Penerapan Rangkaian Elektronika Di SMK Muhammadiyah 1 Bantul*

Kedua : Dosen pembimbing diserahi tugas membimbing penulisan Tugas Akhir Skripsi sesuai dengan Pedoman Tugas Akhir Skripsi.

Ketiga : Keputusan ini berlaku sejak ditetapkan

Keempat : Segala sesuatu akan diubah dan dibetulkan sebagaimana mestinya apabila di kemudian hari ternyata terdapat kekeliruan dalam Keputusan ini.



Tembusan Yth :

1. Wakil Dekan II, FT UNY
2. Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika
3. Kasub. Bag. Pendidikan FT UNY
4. Yang bersangkutan



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 : 2095/UN34.15/LT/2017
Lamp. : 1 Bendel Proposal
Hal : Izin Penelitian

3 November 2017

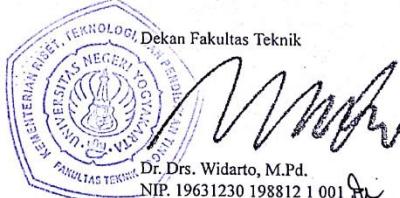
- Yth .
1. Gubernur Provinsi DIY c.q. Kepala Badan Kesbangpol Provinsi DIY
 2. Bupati Kabupaten Bantul c.q. Kepala Badan Kesbangpol Kabupaten Bantul
 3. SMK Muhammadiyah 1 Bantul
- Jl. Parangtritis Km. 12, Manding, TIRENGGO, Kec. Bantul, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta 55714

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

Nama	:	Sunu Wakhid Rinawan
NIM	:	11502241021
Program Studi	:	Pend. Teknik Elektronika - SI
Judul Tugas Akhir	:	Pengembangan Trainer sebagai Alat Praktikum Pengujian Rangkaian Pembangkit PWM, Buck Converter, Boost Converter dan Buck-Boost Converter pada Mata Pelajaran Penerapan Rangkaian Elektronika di Kelas XI SMK Muhammadiyah 1 Bantul.
Tujuan	:	Memohon izin mencari data untuk penulisan Tugas Akhir Skripsi (TAS)
Waktu Penelitian	:	6 - 18 November 2017

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

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya kami sampaikan terima kasih.



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



PEMERINTAH DAERAH DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
BADAN KESATUAN BANGSA DAN POLITIK
Jl. Jenderal Sudirman No 5 Yogyakarta – 55233
Telepon : (0274) 551136, 551275, Fax (0274) 551137

Yogyakarta, 6 November 2017

Kepada Yth. :

Nomor : 074/9191/Kesbangpol/2017
Perihal : Rekomendasi Penelitian
Kepala Dinas Pendidikan, Pemuda, dan
Olahraga DIY
di Yogyakarta

Memperhatikan surat :

Dari : Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
Nomor : 2095/UN34.15/LT/2017
Tanggal : 3 November 2017
Perihal : Izin Penelitian

Setelah mempelajari surat permohonan dan proposal yang diajukan, maka dapat diberikan surat rekomendasi tidak keberatan untuk melaksanakan riset/penelitian dalam rangka penyusunan skripsi dengan judul proposal : "PENGEMBANGAN TRAINER SEBAGAI ALAT PRAKTIKUM PENGUJIAN RANGKAIAN PEMBANGKIT PWM, BUCK CONVERTER, BOOST CONVERTER DAN BUCK-BOOST CONVERTER PADA MATA PELAJARAN PENERAPAN RANGKAIAN ELEKTRONIKA DI KELAS XI SMK MUHAMMADIYAH 1 BANTUL" kepada:

Nama : SUNU WAKHID RINAWAN
NIM : 11502241021
No.HP/Identitas : 08994547467/3402021106930001
Prodi/Jurusan : Pendidikan Teknik Elektronika
Fakultas : Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
Lokasi Penelitian : SMK Muhammadiyah 1 Bantul
Waktu Penelitian : 6 November 2017 s.d 18 November 2017

Sehubungan dengan maksud tersebut, diharapkan agar pihak yang terkait dapat memberikan bantuan / fasilitas yang dibutuhkan.

Kepada yang bersangkutan diwajibkan:

1. Menghormati dan mentaati peraturan dan tata tertib yang berlaku di wilayah riset/penelitian;
2. Tidak dibenarkan melakukan riset/penelitian yang tidak sesuai atau tidak ada kaitannya dengan judul riset/penelitian dimaksud;
3. Menyerahkan hasil riset/penelitian kepada Badan Kesbangpol DIY selambat-lambatnya 6 bulan setelah penelitian dilaksanakan.
4. Surat rekomendasi ini dapat diperpanjang maksimal 2 (dua) kali dengan menunjukkan surat rekomendasi sebelumnya, paling lambat 7 (tujuh) hari kerja sebelum berakhirnya surat rekomendasi ini.

Rekomendasi Ijin Riset/Penelitian ini dinyatakan tidak berlaku, apabila ternyata pemegang tidak mentaati ketentuan tersebut di atas.

Demikian untuk menjadikan rnakum.



Tembusan disampaikan Kepada Yth. :

1. Gubernur DIY (sebagai laporan)
2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta;
3. Yang bersangkutan.



PEMERINTAH DAERAH DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
DINAS PENDIDIKAN, PEMUDA, DAN OLAHRAGA

Jalan Cendana No. 9 Yogyakarta, Telepon (0274) 541322, Fax. 541322
web : www.dikpora.jogjaprov.go.id, email : dikpora@jogjaprov.go.id, Kode Pos 55166

Yogyakarta, 8 November 2017

Nomor : 070/15930

Lamp :-

Hal : Rekomendasi Penelitian

Kepada Yth.

Kepala SMK Muhammadiyah 1 Bantul

Dengan hormat, memperhatikan surat dari Badan Kesatuan Bangsa dan Politik Pemerintah Daerah Daerah Istimewa Yogyakarta nomor: 074/9191/Kesbangpol/2017 tanggal 6 November 2017 perihal Rekomendasi Penelitian, kami sampaikan bahwa Dinas Pendidikan, Pemuda, dan Olahraga DIY memberikan ijin rekomendasi penelitian kepada :

Nama	: Sunu Wakhid Rinawan
NIM	: 11502241021
Prodi/Jurusan	: Pendidikan Teknik Elektronika
Fakultas	: Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta
Judul	: PENGEMBANGAN TRAINER SEBAGAI ALAT PRAKTIKUM PENGUJIAN RANGKAIAN PEMBANGKIT PWM, BUCK CONVERTER, BOOST CONVERTER DAN BUCK-BOOST CONVERTER PADA MATA PELAJARAN PENERAPAN RANGKAIAN ELEKTRONIKA DI KELAS XI SMK MUHAMMADIYAH 1 BANTUL
Lokasi	: SMK Muhammadiyah 1 Bantul
Waktu	: 6 November 2017 s.d 18 November 2017

Dengan ketentuan sebagai berikut :

1. Ijin ini hanya dipergunakan untuk keperluan ilmiah, dan pemegang ijin wajib mentaati ketentuan yang berlaku di lokasi penelitian.
2. Ijin yang diberikan dapat dibatalkan sewaktu-waktu apabila pemegang ijin ini tidak memenuhi ketentuan yang berlaku.

Atas perhatian dan kerjasama yang baik, kami menyampaikan terimakasih.



Didik Wardaya, SE., M.Pd.
NIP. 19660530 198602 1 002

Tembusan Yth :

1. Kepala Dinas Dikpora DIY
2. Kepala Bidang Dikmenti Dikpora DIY



MAJELIS PENDIDIKAN DAN MENENGAH
PIMPINAN DAERAH MUHAMMADIYAH BANTUL
SMK MUHAMMADIYAH 1 BANTUL
TEKNIK AUDIO VIDEO, TEKNIK PEMESINAN, TEKNIK KENDARAAN RINGAN, REKAYASA PERANGKAT LUNAK, TEKNIK SEPEDA MOTOR, TEKNIK PENGELASAN
Terakreditasi A
Jl. Parangtritis Km 12, Manding, TIRENGGO, Bantul, Telp (0274). 367954 , Fax (0274) .367954 Email : smkmuh1bantul@yahoo.com



0277/11/1986

SURAT KETERANGAN
No :041/KET//III.4.AU/F/2017

Assalamu'alaikum W.W

Yang bertanda tangan dibawah ini Kepala SMK Muhammadiyah 1 Bantul,menerangkan bahwa

Nama	:	Sunu Wakhid Rinawan
NIM	:	11502241021
Fakultas	:	Teknik
Program	:	Pendidikan Teknik Elektronika
Jurusan	:	Pendidikan Teknik Elektronika

Telah melaksanakan penelitian dengan kegiatan sebagai berikut :

Waktu	:	6 November s.d 18 November 2017
Lokasi	:	SMK Muhammadiyah 1 Bantul
Tujuan	:	Penelitian
Judul	:	Pengembangan Traner Sebagai Alat Praktikum Pengujian Rangkaian Pembangkit PWM,Buck Converter Boost Converter Dan Buck Boost Converter Pada Mata Pelajaran Penerapan Rangkaian Elektronika di Kelas XI SMK Muhammadiyah 1 Bantul.

Demikian keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Wassalamu'alaikum W.W

Bantul, 21 November 2017
Kepala Sekolah
WIDADA,S.Pd
NIP. 196902122000121002



Lampiran 13. Tabel r *Product Moment*

N	Taraf Signifikant		N	Taraf Signifikant		N	Taraf Signifikant	
	5%	1%		5%	1%		5%	1%
3	0,997	0,999	27	0,381	0,487	55	0,266	0,345
4	0,950	0,990	28	0,374	0,478	60	0,254	0,330
5	0,878	0,959	29	0,367	0,470	65	0,244	0,317
6	0,811	0,917	30	0,361	0,463	70	0,235	0,306
7	0,754	0,874	31	0,355	0,456	75	0,227	0,296
8	0,707	0,834	32	0,349	0,449	80	0,220	0,286
9	0,666	0,798	33	0,344	0,442	85	0,213	0,278
10	0,632	0,765	34	0,339	0,436	90	0,207	0,270
11	0,602	0,735	35	0,334	0,430	95	0,202	0,263
12	0,576	0,708	36	0,329	0,424	100	0,195	0,256
13	0,553	0,684	37	0,325	0,418	125	0,176	0,230
14	0,532	0,661	28	0,320	0,413	150	0,159	0,210
15	0,514	0,641	29	0,316	0,408	175	0,148	0,194
16	0,497	0,623	40	0,312	0,403	200	0,138	0,181
17	0,482	0,606	41	0,308	0,398	300	0,113	0,148
18	0,468	0,590	42	0,304	0,393	400	0,098	0,128
19	0,456	0,575	43	0,301	0,389	500	0,088	0,115
20	0,444	0,561	44	0,297	0,384	600	0,080	0,105
21	0,433	0,549	45	0,294	0,380	700	0,074	0,097
22	0,423	0,437	46	0,291	0,376	800	0,070	0,091
23	0,413	0,526	47	0,288	0,372	900	0,065	0,086
24	0,404	0,515	48	0,284	0,368	1000	0,062	0,081
25	0,396	0,505	49	0,281	0,364			
26	0,388	0,496	50	0,279	0,361			

Lampiran 14. Tabel Distribusi t

α untuk uji dua pihak (<i>two tail test</i>)						
	0,50	0,20	0,10	0,05	0,02	0,01
dk	0,25	0,10	0,05	0,025	0,01	0,005
1	1,000	3,078	6,314	12,706	31,821	63,657
2	0,816	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925
3	0,765	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841
4	0,741	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604
5	0,727	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032
6	0,718	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707
7	0,711	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499
8	0,706	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355
9	0,703	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250
10	0,700	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169
11	0,697	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106
12	0,695	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055
13	0,692	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012
14	0,691	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977
15	0,690	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947
16	0,689	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921
17	0,688	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898
18	0,688	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878
19	0,687	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861
20	0,687	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845
21	0,686	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831
22	0,686	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819
23	0,685	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807
24	0,685	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797
25	0,684	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787

α untuk uji dua pihak (<i>two tail test</i>)						
	0,50	0,20	0,10	0,05	0,02	0,01
α untuk uji satu pihak (<i>one tail test</i>)						
dk	0,25	0,10	0,05	0,025	0,01	0,005
26	0,684	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779
27	0,684	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771
28	0,683	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763
29	0,683	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756
30	0,683	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750
40	0,681	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704
60	0,679	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660
120	0,677	1,289	1,658	1,980	2,358	2,617
∞	0,674	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576

**Pembelajaran Merencanakan
Rangkaian Catu Daya Mode Non-Linier
(Switched Mode Power Supply - SMPS)
(KD 4.11)**

Jobsheet Praktikum



**JURUSAN TEKNIK AUDIO VIDEO
SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN
MUHAMMADIYAH 1 BANTUL
2017**

	SMK MUHAMMADIYAH 1 BANTUL Jobsheet Penerapan Rangkaian Elektronika		
No Job : 11.1/II/XI	Kls : XI TAV		
Waktu : 8 x 45"	Sem : Genap		

A. KOMPETENSI

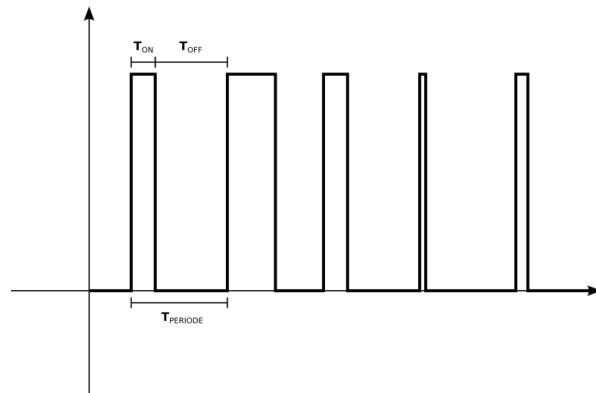
Setelah praktikum diharapkan siswa dapat:

1. Mengidentifikasi bagian-bagian utama rangkaian pengendali PWM
2. Mengidentifikasi bagian-bagian utama rangkaian buck converter
3. Mengidentifikasi bagian-bagian utama rangkaian boost converter
4. Mengidentifikasi bagian-bagian utama rangkaian buck-boost converter
5. Menguji unjuk kerja rangkaian pengendali PWM
6. Menguji unjuk kerja rangkaian buck converter
7. Menguji unjuk kerja rangkaian boost converter
8. Menguji unjuk kerja rangkaian buck-boost converter

B. TEORI SINGKAT

PWM

Pulse Width Modulation adalah kepanjangan dari PWM. Istilahnya dalam Bahasa Indonesia adalah Modulasi Lebar Pulsa. PWM merupakan sebuah sinyal dengan lebar pulsa yang divariasi, dimana lebar pulsa adalah lamanya waktu suatu sinyal dalam keadaan high (on/ 1/ T_{ON}) dan low (off/ 0/ T_{OFF}) pada 1 periode ($T_{PERIODE}$).



Gambar 36. Bentuk sinyal PWM (*Pulse Width Modulation*)

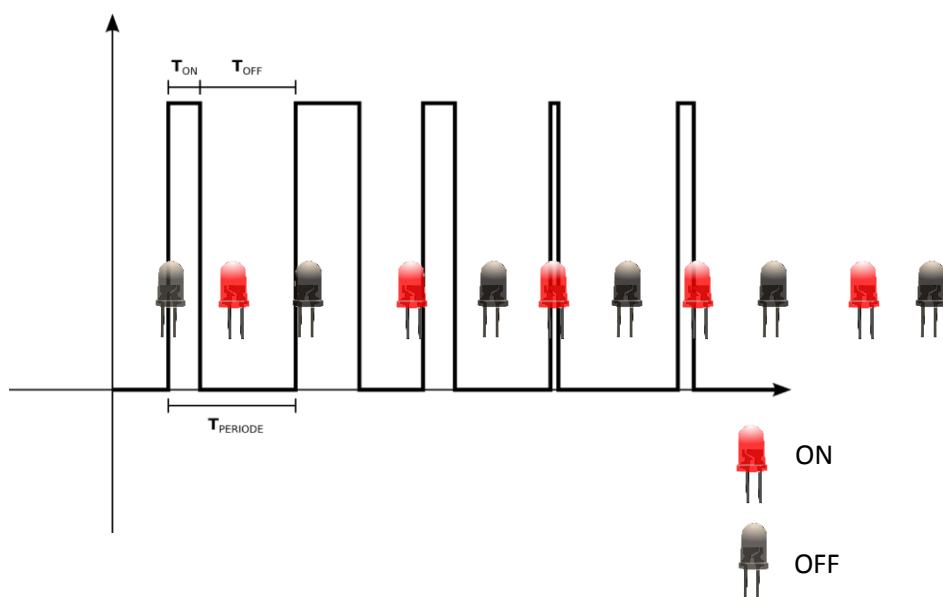
Besarnya T_{ON} dan T_{OFF} dapat diubah dengan catatan $T_{ON} + T_{OFF} = T_{PERIODE}$ besarnya harus tetap. Dalam PWM juga dikenal istilah *duty cycle*, dimana *duty cycle* (D) merupakan perbandingan antara T_{ON} dan $T_{PERIODE}$.

$$D = \frac{T_{ON}}{T_{PERIODE}}$$

atau

$$D = \frac{T_{ON}}{T_{PERIODE}} \times 100\%$$

Dalam aplikasinya sinyal PWM sering digunakan sebagai pengendali, misalnya pengendali kecepatan rotasi motor listrik pada robot line follower atau sebagai pengendali kecerahan pada layar komputer. Metode pengendalian biasanya dengan memanfaatkan PWM sebagai pengendali saklar dimana saklar itu mengendalikan hidup/ matinya suatu komponen misalnya lampu LED (pada pengendalian kecerahan monitor). Misal saat PWM dalam keadaan high (on) LED akan menyala selama T_{ON} dan saat PWM low (off) LED akan mati selama T_{OFF} .

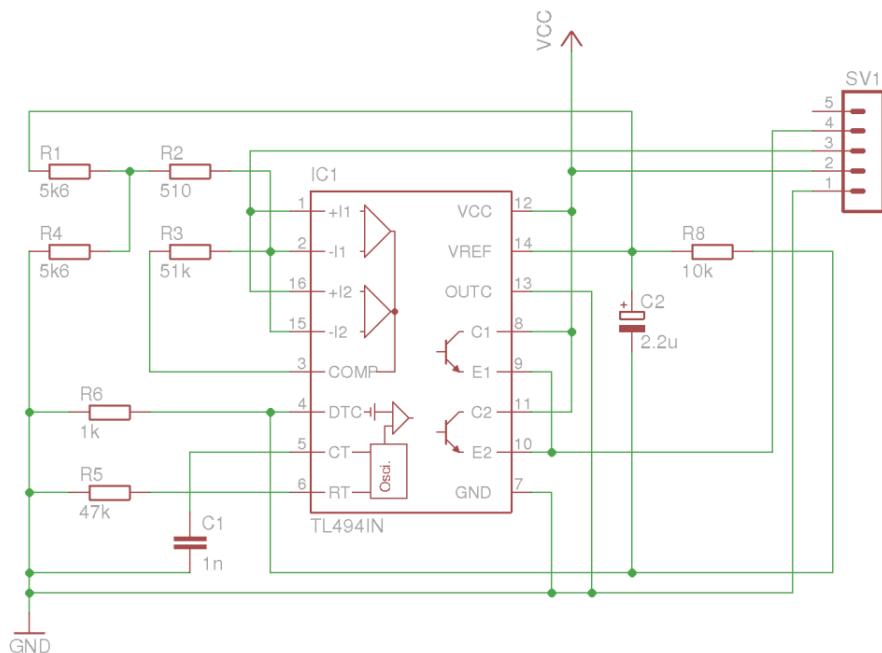


Gambar 37. Bentuk pengendalian PWM ketika digunakan untuk mengendalikan nyala lampu

Diperlihatkan pada Gambar 37 bahwa sebenarnya lampu mati-hidup secara bergantian (berkedip). Akan tetapi dikarenakan mati-hidupnya lampu sangat cepat (frekuensi PWM tinggi) maka lampu terlihat selalu hidup. Ketika T_{ON} dinaikkan (*duty cycle* naik) maka cahaya semakin terang (lampu hidup lebih lama) dan ketika diturunkan (*duty cycle* turun) maka cahaya semakin redup (lampu mati lebih lama).

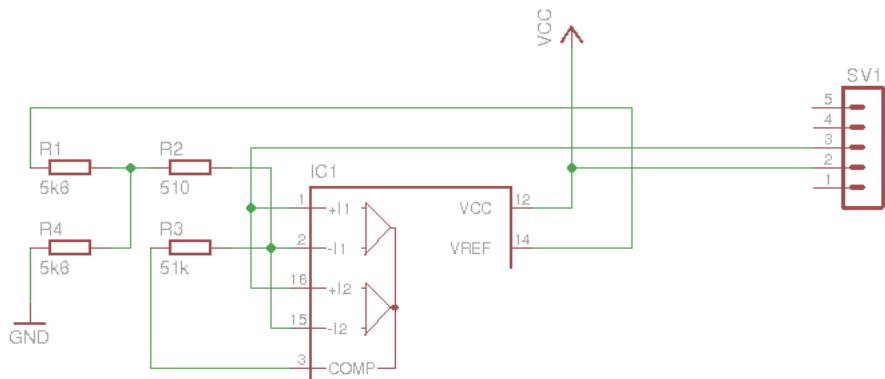
Teknik ini juga digunakan pada jenis power supply switching atau biasa disebut *Switched Mode Power Supply* (SMPS). Pada SMPS, PWM digunakan untuk mengendalikan besarnya tegangan (sebagai penyetabil) dengan cara memutus-sambungkan arus dengan bantuan transistor (FET/ BJT) sebagai saklar. T_{ON} berarti transistor meneruskan arus dan T_{OFF} berarti transistor memutus arus. Ketika arus listrik yang dibutuhkan sedikit, maka *duty cycle* diturunkan. Sedangkan ketika tegangan drop karena kebutuhan arus meningkat maka *duty cycle* dinaikkan sampai nilai tegangan kembali stabil.

Ada banyak jenis rangkaian PWM serta macam-macam IC yang bisa digunakan sebagai pengendali PWM. Trainer ini menggunakan IC TL 494 sebagai pengendali PWM. Skema rangkaian pengendali PWM dengan IC TL 494 diperlihatkan pada Gambar 38.



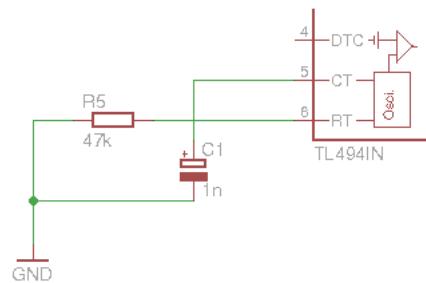
Gambar 38. Rangkaian pengendali PWM dengan menggunakan IC TL 494 pada trainer

Perhatikan Gambar 39, resistor R1, R2, R3 dan R4 merupakan resistor pada bagian rangkaian *feedback* (umpan balik). R1 dan R4 merupakan rangkaian yang berfungsi untuk membagi dua nilai V_{ref} sehingga nilai $R1=R4=5k6$ Ohm. Vref yang dihasilkan oleh IC bernilai 5 V, setelah dibagi dua maka bernilai 2,5 V. Nilai tersebut selanjutnya digunakan untuk komparasi V_{fb} (*feedback*). Pembagian Vref bertujuan untuk menaikkan tingkat presisi pengendali dalam menyetabilkan tegangan output pada rangkaian converter.



Gambar 39. Rangkaian bagian *feedback* yang sebenarnya merupakan rangkaian op-amp non inverting

Resistor R2 dan R3 merupakan resistor RF dan RG yang biasa terdapat pada rangkaian op-amp non-inverting. Nilai R2:R3=1:100, sehingga jika nilai R2 510 Ohm maka nilai R3 adalah 51k Ohm.



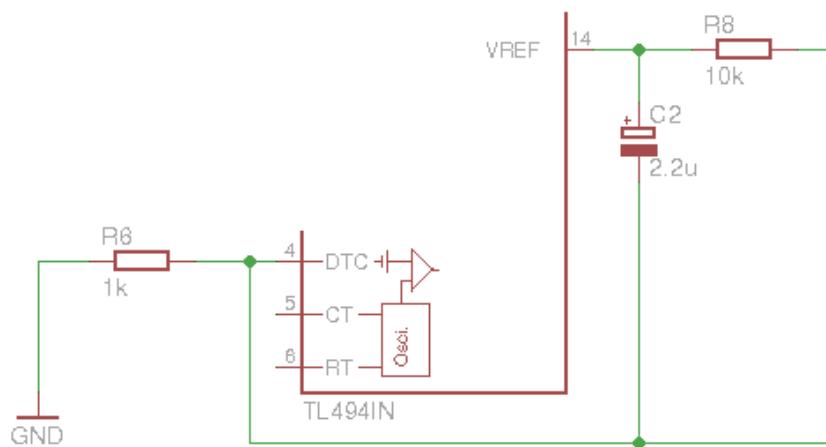
Gambar 40. Rangkaian bagian penentu nilai frekuensi sinyal PWM.

R_5 (R_T) dan C_1 (C_T) seperti yang diperlihatkan pada Gambar 40 merupakan komponen yang berfungsi untuk menentukan nilai frekuensi PWM. Besarnya frekuensi osilasi bisa dihitung menggunakan rumus berikut:

$$f_{osc} = \frac{1}{R_T \times C_T}$$

(Griffith, 2011, p. 24)

Frekuensi 20k Hz merupakan frekuensi minimal yang biasa digunakan untuk switching, jika frekuensi terlalu rendah maka efisiensi power supply akan berkurang dan juga akan menimbulkan bunyi yang mengganggu. Biasanya SMPS menggunakan frekuensi switching 100k Hz ($>20\text{k Hz}$), akan tetapi mengingat kebutuhan trainer adalah 20k Hz maka rangkaian PWM didesain berosilasi pada kisaran 20k Hz. Untuk menghasilkan PWM dengan osilasi $\pm 20\text{k Hz}$ maka dibutuhkan R_T dan C_T dengan nilai masing-masing $\pm 47\text{k Ohm}$ dan $\pm 1\text{n F}$.



Gambar 41. Rangkaian Death Time Control (DTC)

Komponen R6, R8 serta C2 merupakan bagian dari rangkaian soft-start. Soft-start bisa diumpamakan seperti ketika kita membuka gas sepeda motor secara perlahan, maka motor akan mulai melaju dengan halus. Ketika kita membuka gas langsung besar, maka sepeda motor bisa *jumping* karena tenaga besar yang langsung dihasilkan. Untuk mencegah *jumping* tersebut, maka diperlukan rangkaian DTC. Rangkaian DTC seperti pada Gambar 41 memungkinkan *duty cycle* naik secara perlahan pada saat pertama kali rangkaian dihidupkan (*start-up*). Panjang soft-start biasanya antara 25 sampai

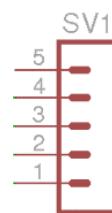
100 siklus detak (*clock cycle*). Formula yang bisa digunakan adalah sebagai berikut:

$$C2 = \frac{\text{waktu soft start}}{R6} = \frac{t \times \text{siklus}}{R6}$$

t = periode (1/f)

(Griffith, 2011, p. 26)

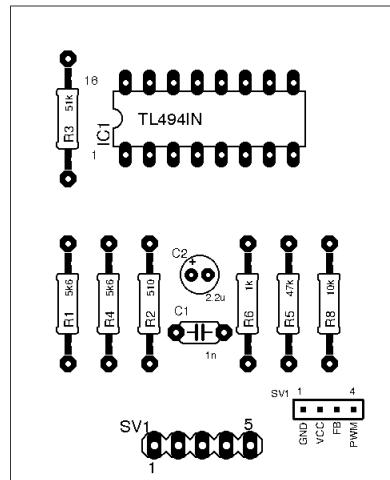
Dengan menggunakan formula diatas maka didapat nilai C6 dan nilai R6. Selanjutnya nilai R8 didapat dengan mengalikan 10 nilai R6, dikarenakan nilai R6:R8=1:10.



Gambar 42. 5x1 male pin header

Komponen terakhir yaitu SV1 yang merupakan 5x1 *male* pin header, gambar simbol bisa dilihat pada Gambar 42. Selanjutnya pin tersebut akan disambungkan dengan soket IDC *female* yang nantinya berfungsi untuk menghubungkan bagian rangkaian PWM dengan bagian soket *male* pada rangkaian converter.

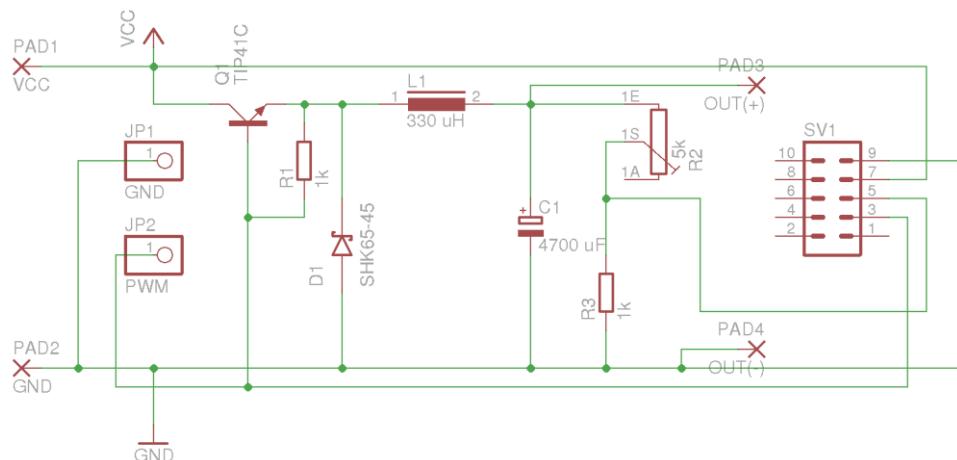
Referensi lebih lanjut tentang IC TL 494 atau tentang rangkaian diatas bisa dilihat pada *application report* Patrick Griffith (2011) atau referensi lain dari internet. Gambar 43 berikut merupakan gambar rangkaian PWM beserta penempatan komponen-komponennya, persis seperti rangkaian yang digunakan pada trainer.



Gambar 43. Rangkaian komponen PWM terpasang pada PCB.

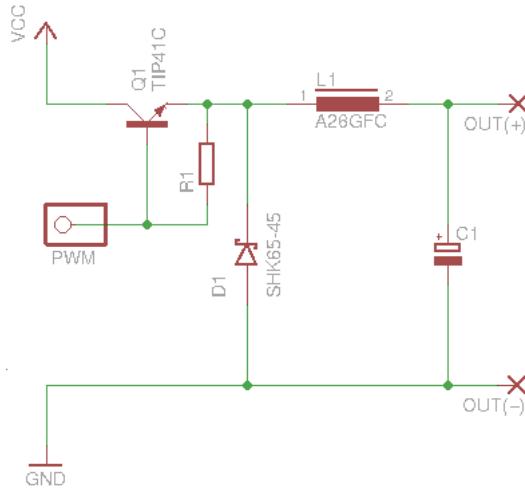
Buck Converter

Rangkaian buck disebut juga sebagai rangkaian konverter dikarenakan rangkaian ini bisa mengkonversikan (mengubah) nilai dari tegangan DC, lebih tepatnya menurunkan tegangan DC (step-down). Skema rangkaian buck pada trainer bisa dilihat pada Gambar 44 di bawah ini.



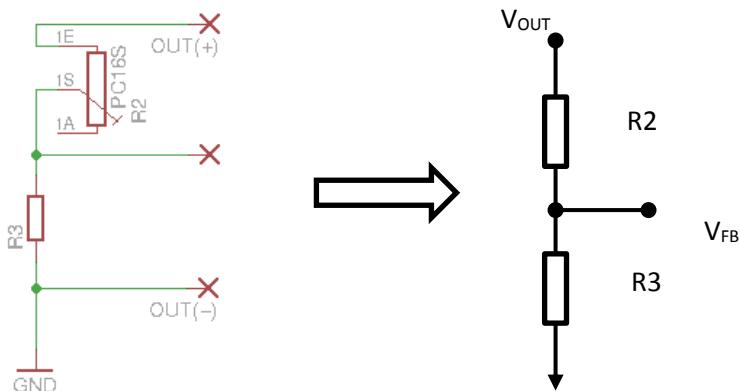
Gambar 44. Skema rangkaian buck converter pada trainer

Rangkaian di atas merupakan rangkaian buck yang dilengkapi dengan pembagi tegangan yang berfungsi untuk memberi umpan-balik (*feedback*) ke rangkaian pengendali.



Gambar 45. Topologi buck converter

Gambar 45 merupakan gambar dari topologi buck dimana komponen utamanya adalah transistor (BJT), dioda schottky, induktor serta kapasitor. Untuk rangkaian umpan-baliknya bisa dilihat pada Gambar 46.



Gambar 46. Rangkaian pembagi tegangan sebagai rangkaian *feedback* (umpan balik)

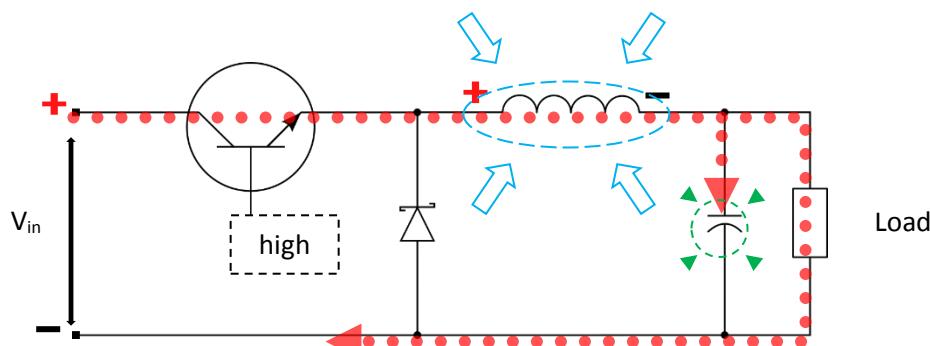
Rangkaian umpan balik pada Gambar 46 sebenarnya merupakan rangkaian pembagi tegangan yang berfungsi untuk membagi tegangan output dari rangkaian converter. Hubungan antara besarnya V_{FB} , V_{OUT} , $R2$, serta $R3$ bisa dituliskan dengan formula di bawah ini:

$$V_{FB} = V_{OUT} \frac{R3}{R2 + R3}$$

V_{FB} nilainya akan selalu diawasi oleh bagian *feedback* pada rangkaian PWM. Besarnya V_{FB} akan selalu dibuat sama dengan besarnya V_{ref} rangkaian

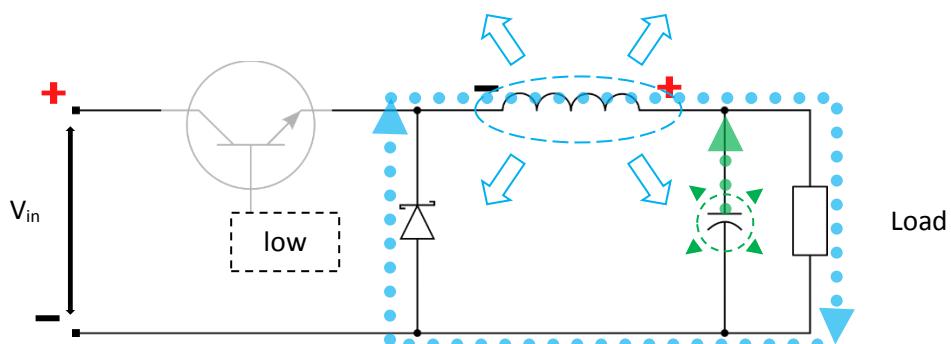
PWM yaitu 2,5 V. Dikarenakan R3 nilainya tetap, sedangkan R2 nilainya dapat diubah, maka besarnya V_{OUT} dapat diubah dengan cara mengubah nilai resistansi dari R2.

Untuk lebih memudahkan memahami cara kerja rangkaian buck maka perhatikan Gambar 47 dan Gambar 48. Pada gambar tersebut diberikan gambaran yang lebih sederhana dari topologi buck yang hanya terdiri dari komponen-komponen utama seperti transistor (BJT), dioda, induktor serta kapasitor.



Gambar 47. Aksi-reaksi komponen ketika saklar (BJT) meneruskan arus listrik (fase 1)

Perhatikan Gambar 47, saklar menggunakan transistor berjenis BJT. Ketika PWM high maka arus dari sumber akan mengalir melalui transistor yang kemudian akan menimbulkan reaksi berantai pada komponen-komponen lainnya. Pada fase ini, induktor dan kapasitor akan menyimpan muatan listrik (ditandai dengan tanda anak panah ke dalam). Semakin lama arus mengalir, maka semakin besar induktor dan kapasitor menyimpan muatan. Dengan kata lain semakin tinggi *duty cycle*, semakin besar tenaga listrik yang dimuat oleh kapasitor serta induktor.

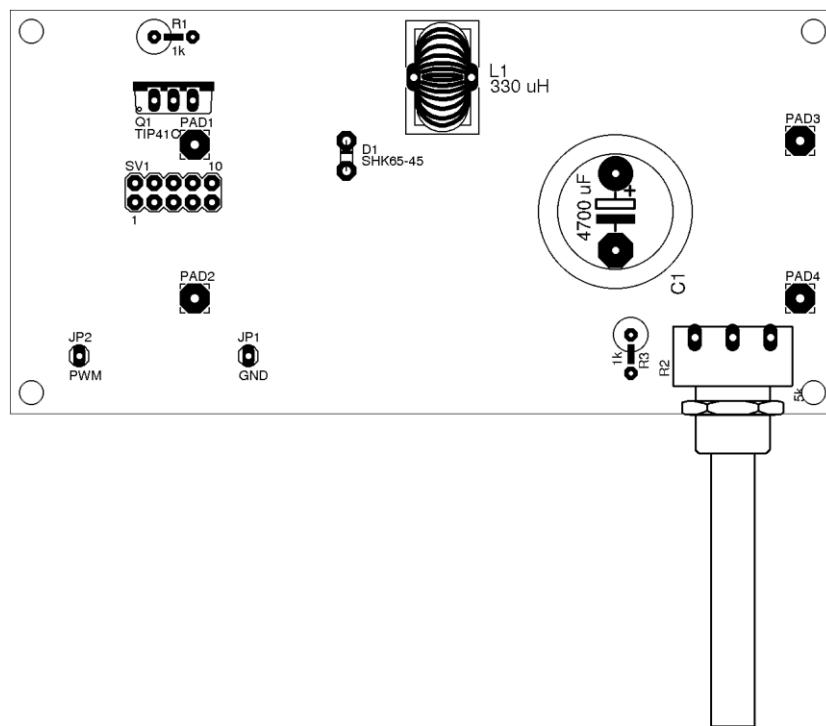


Gambar 48. Aksi-reaksi komponen pada rangkaian ketika saklar (BJT) memutus arus listrik dari sumber (fase 2)

Selanjutnya perhatikan Gambar 48, ketika PWM low maka transistor akan memutus aliran arus dari sumber sehingga menyebabkan komponen yang sebelumnya menyimpan muatan listrik akan melepaskannya (lihat tanda anak panah ke luar). Besarnya V_{OUT} berhubungan dengan seberapa besar induktor menyimpan/ melepaskan muatan. Dikarenakan besarnya muatan dipengaruhi oleh *duty cycle*, maka besarnya V_{OUT} juga dipengaruhi oleh *duty cycle*. Persamaan antara V_{OUT} , V_{IN} serta *duty cycle* (D) dapat ditulis sebagai berikut:

$$V_{OUT} = DV_{IN}$$

Gambar 49 berikut merupakan gambar rangkaian buck converter yang terdapat pada trainer. Pada gambar tersebut, diperlihatkan juga penempatan komponen-komponen elektronik pada PCB.

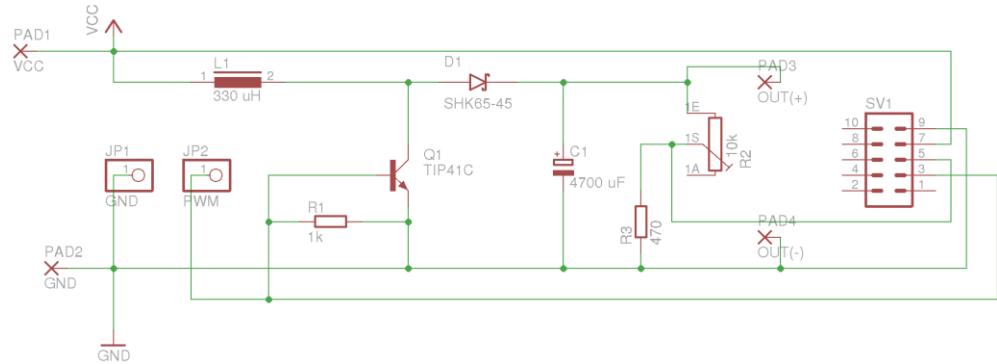


Gambar 49. Tata letak penempatan komponen rangkaian buck pada PCB

Boost Converter

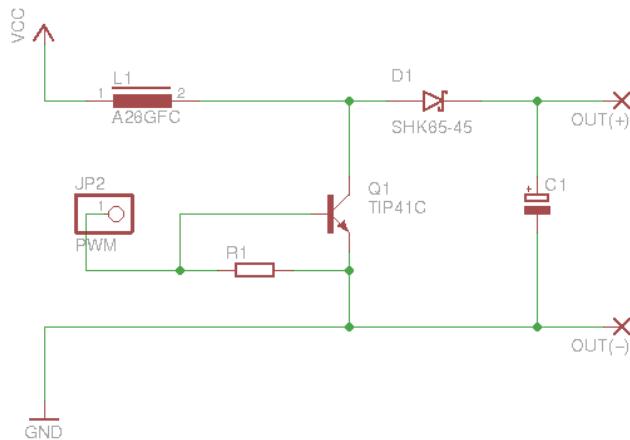
Rangkaian boost disebut juga sebagai rangkaian converter dikarenakan rangkaian ini bisa mengkonversikan (mengubah) nilai dari tegangan DC. Jika

rangkaian buck menurunkan, maka rangkaian boost menaikkan tegangan (step-up). Skema rangkaian boost pada trainer bisa dilihat pada Gambar 50.



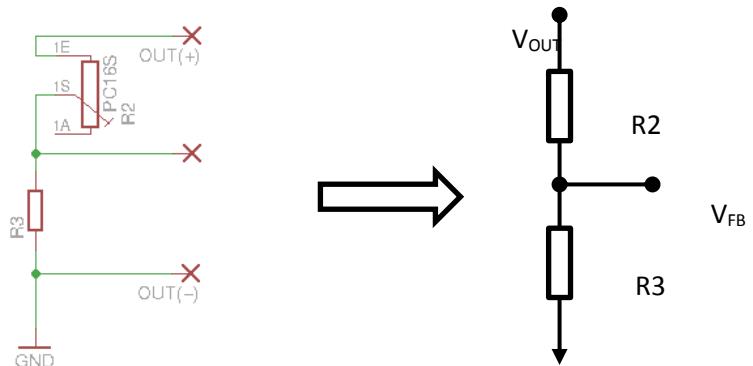
Gambar 50. Rangkaian boost converter yang terdapat pada trainer

Rangkaian diatas merupakan rangkaian boost yang dilengkapi dengan pembagi tegangan yang berfungsi untuk memberi umpan-balik (*feedback*) ke rangkaian pengendali.



Gambar 51. Topologi boost converter

Jika kita perhatikan Gambar 51, komponen utama dari rangkaian boost sama dengan rangkaian buck, yaitu terdiri dari transistor, dioda schottky, induktor serta kapasitor. Untuk rangkaian umpan baliknya juga tetap sama, lihat Gambar 52 di bawah ini:



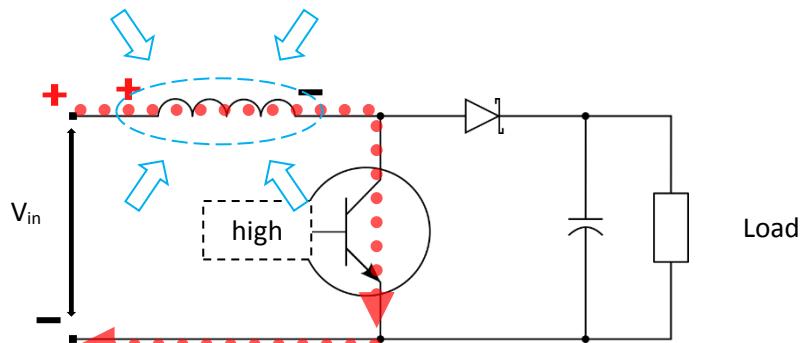
Gambar 52. Rangkaian pembagi tegangan sebagai rangkaian *feedback* (umpan balik)

Hubungan antara besarnya V_{FB} , V_{OUT} , $R2$, serta $R3$ bisa dituliskan dengan formula di bawah ini:

$$V_{FB} = V_{OUT} \frac{R3}{R2 + R3}$$

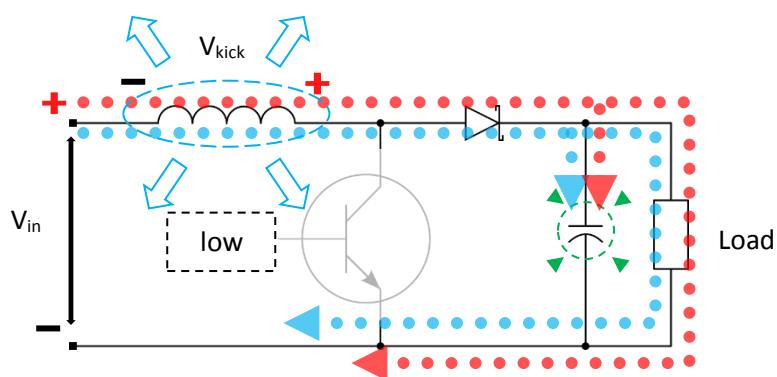
V_{FB} nilainya akan selalu diawasi oleh bagian *feedback* pada rangkaian pengendali. Besarnya V_{FB} akan selalu dibuat sama dengan besarnya V_{ref} yaitu 2,5 V. Dikarenakan $R3$ nilainya tetap, sedangkan $R2$ nilainya dapat diubah, maka besarnya V_{OUT} dapat diubah-ubah dengan cara mengubah nilai resistansi dari $R2$.

Untuk lebih memudahkan memahami cara kerja rangkaian boost maka perhatikan Gambar 53, Gambar 54 serta Gambar 55. Gambar tersebut merupakan gambaran yang lebih sederhana dari topologi boost yang hanya terdiri dari komponen-komponen utama seperti transistor, dioda, induktor serta kapasitor.



Gambar 53. Aksi-reaksi komponen pada rangkaian ketika saklar (BJT) meneruskan arus listrik (fase 1)

Saklar menggunakan BJT, diperlihatkan pada Gambar 53 ketika PWM high maka arus dari sumber akan mengalir melalui transistor yang kemudian akan menimbulkan reaksi berantai pada komponen-komponen lainnya. Pada fase ini, induktor akan menyimpan muatan listrik (ditandai dengan tanda anak panah ke dalam). Semakin lama arus mengalir, maka semakin besar induktor menyimpan muatan. Dengan kata lain semakin tinggi *duty cycle*, semakin besar listrik yang dimuat oleh induktor. Pada fase ini, beban tidak teraliri arus listrik sama-sekali.



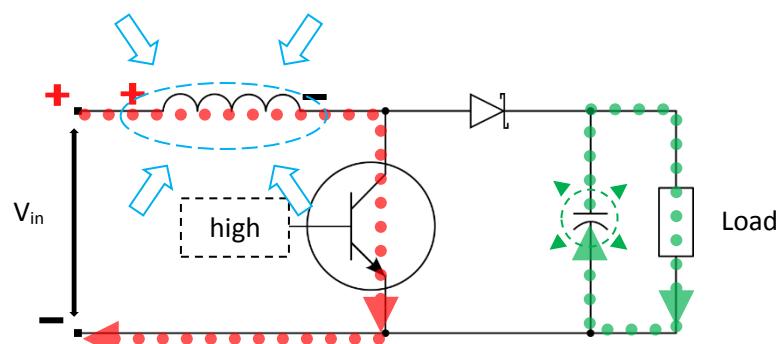
Gambar 54. Aksi-reaksi komponen pada rangkaian ketika saklar (BJT) tidak meneruskan arus listrik (fase 2)

Selanjutnya perhatikan Gambar 54, ketika PWM low maka transistor tidak akan meneruskan arus listrik. Selanjutnya listrik akan mengalir langsung dari sumber ke beban dan sebagian lainnya mengisi kapasitor. Pada fase ini induktor juga akan melepas muatannya, sehingga polaritas kaki-kakinya akan berkebalikan ketika pada saat pengisian muatan.

Perhatikan Gambar 54, induktor dan sumber daya terpasang secara seri dan bekerja sama menyuplai kebutuhan daya. Oleh karena itu besarnya tegangan yang mensuplai daya (V_p) sama dengan jumlah dari V_{IN} dan V_{kick} . V_{kick} merupakan tegangan pendorong/ boosting yang menyebabkan naiknya V_{OUT} . Dikarenakan besarnya muatan (V_{kick}) dipengaruhi oleh *duty cycle*, maka besarnya V_{OUT} juga dipengaruhi oleh *duty cycle*. Persamaan antara V_{OUT} , V_{IN} serta *duty cycle* (D) dapat ditulis sebagai berikut:

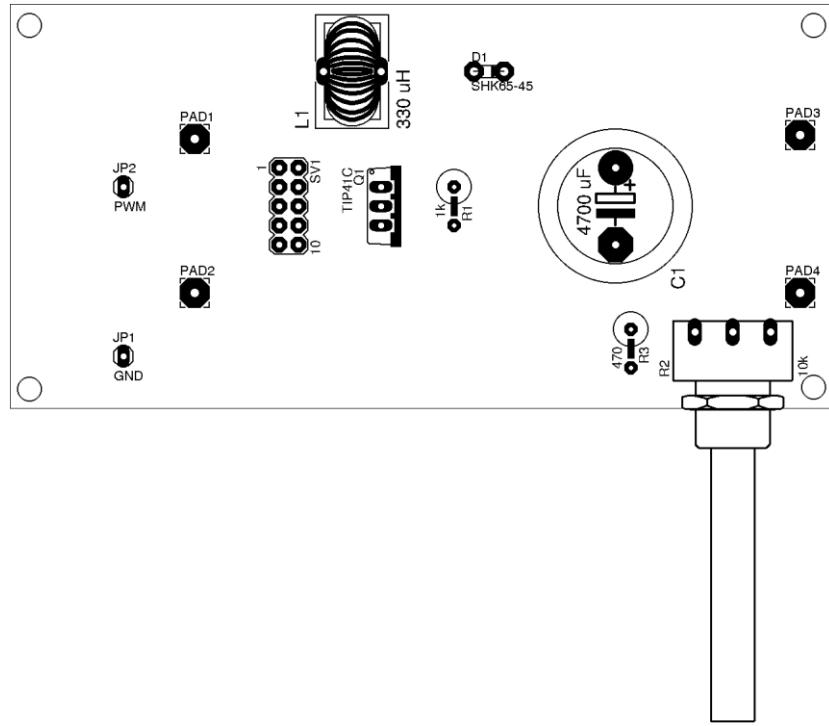
$$D = 1 - \frac{V_{IN}}{V_{OUT}}$$

Pada rangkaian boost terdapat fase ketiga dimana pada fase ini PWM kembali low, perhatikan Gambar 55. Akan tetapi dikarenakan pada fase sebelumnya kapasitor sudah terisi, maka beban tetap dapat dialiri arus listrik. Besarnya arus beban (I_o) yang mengalir pada fase ini dipengaruhi oleh besarnya muatan yang tersimpan pada kapasitor. Untuk lebih jelasnya lihat kembali Gambar 53 dengan seksama kemudian bandingkan dengan Gambar 55.



Gambar 55. Aksi-reaksi komponen pada rangkaian ketika saklar (BJT) kembali meneruskan arus listrik (fase 3)

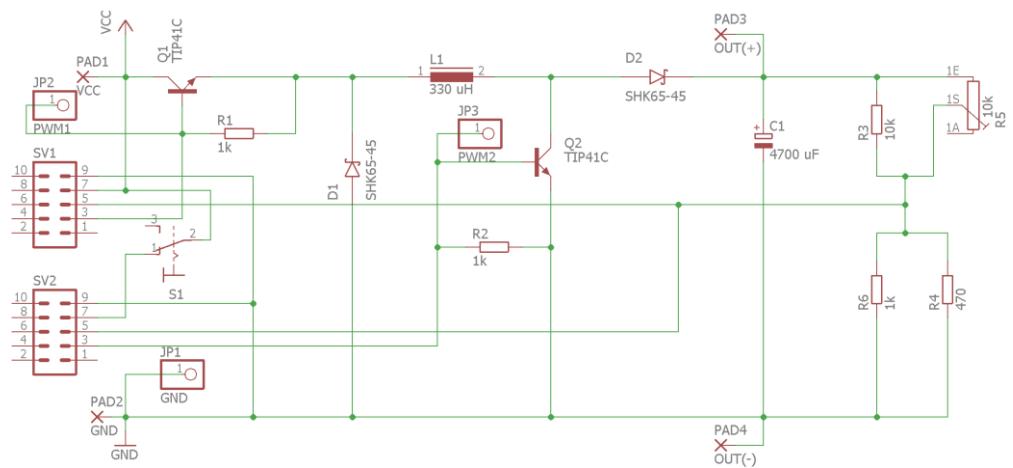
Gambar 56 merupakan gambar rangkaian boost converter yang terdapat pada trainer. Pada gambar tersebut diperlihatkan juga penempatan komponen-komponen elektronik pada PCB.



Gambar 56. Tata letak penempatan komponen rangkaian boost pada PCB

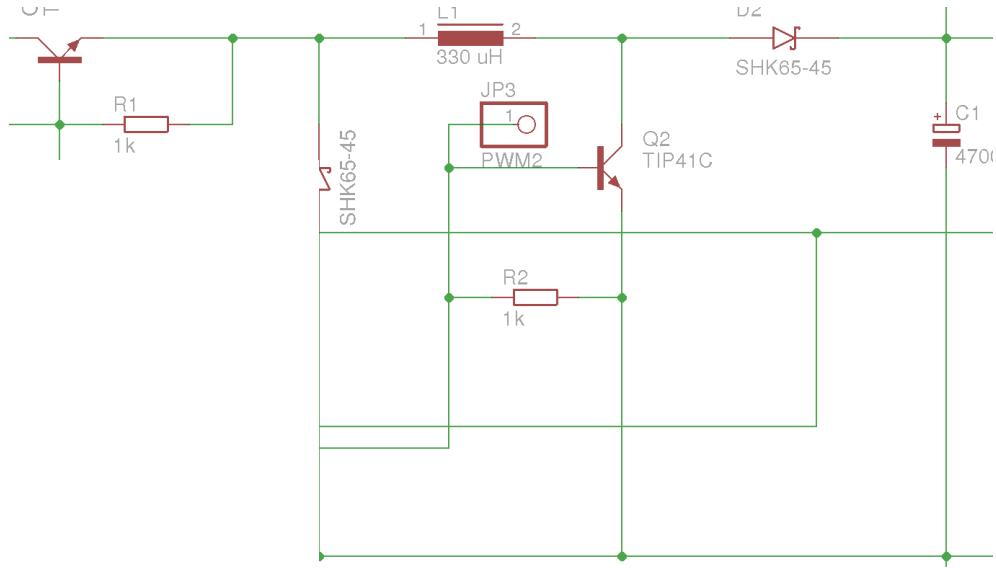
Buck-boost Converter

Rangkaian buck-boost pada trainer ini sebenarnya adalah gabungan dari rangkaian buck dan rangkaian boost. Hal ini menjadikan rangkaian ini mempunyai kemampuan untuk menurunkan/ menaikkan tegangan. Skema rangkaian buck-boost pada trainer bisa dilihat pada Gambar 57.



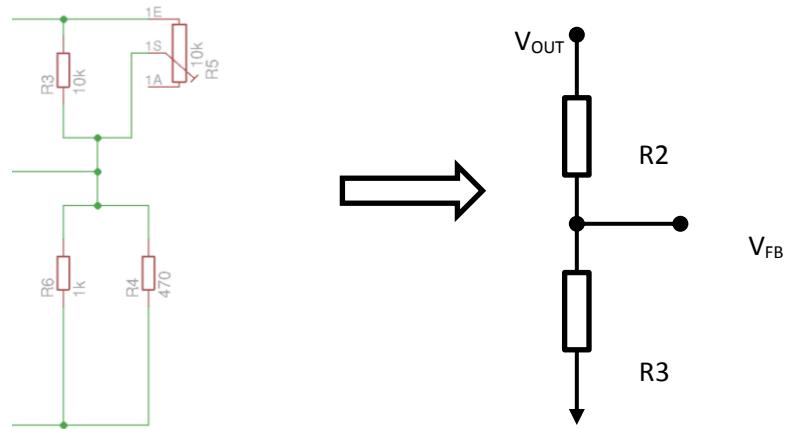
Gambar 57. Skema rangkaian buck-boost converter

Komponen utama yang digunakan sebenarnya sama, yaitu transistor, induktor, dioda schottky serta kapasitor. Yang menjadi perbedaan adalah jumlah komponen utama yang digunakan.



Gambar 58. Topologi buck-boost converter non-inverting

Jika kita lihat Gambar 58, transisitor serta dioda schottky yang digunakan berjumlah dua buah. Sedangkan kapasitor serta induktor tetap berjumlah satu buah. Untuk rangkaian umpan-baliknya sedikit berbeda, akan tetapi ketika rangkaian tersebut disederhanakan maka pada dasarnya juga sama, yaitu rangkaian pembagi tegangan.



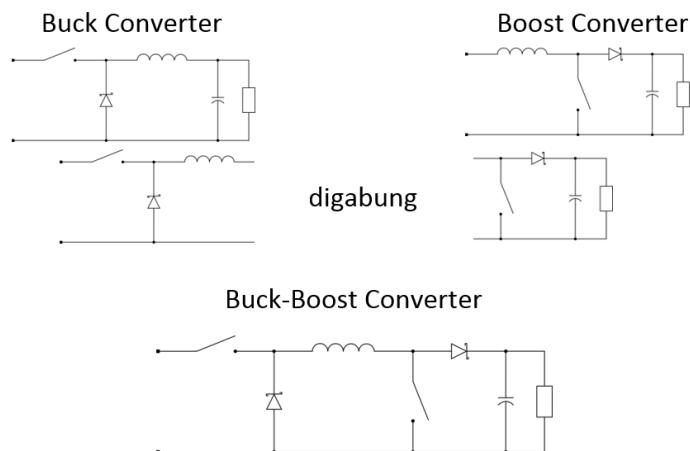
Gambar 59. Rangkaian *feedback* (umpan balik) ketika disederhanakan akan terlihat seperti rangkaian pembagi tegangan

Hubungan antara besarnya V_{FB} , V_{OUT} , $R2$, serta $R3$ bisa dituliskan dengan formula di bawah ini:

$$V_{FB} = V_{OUT} \frac{R3}{R2 + R3}$$

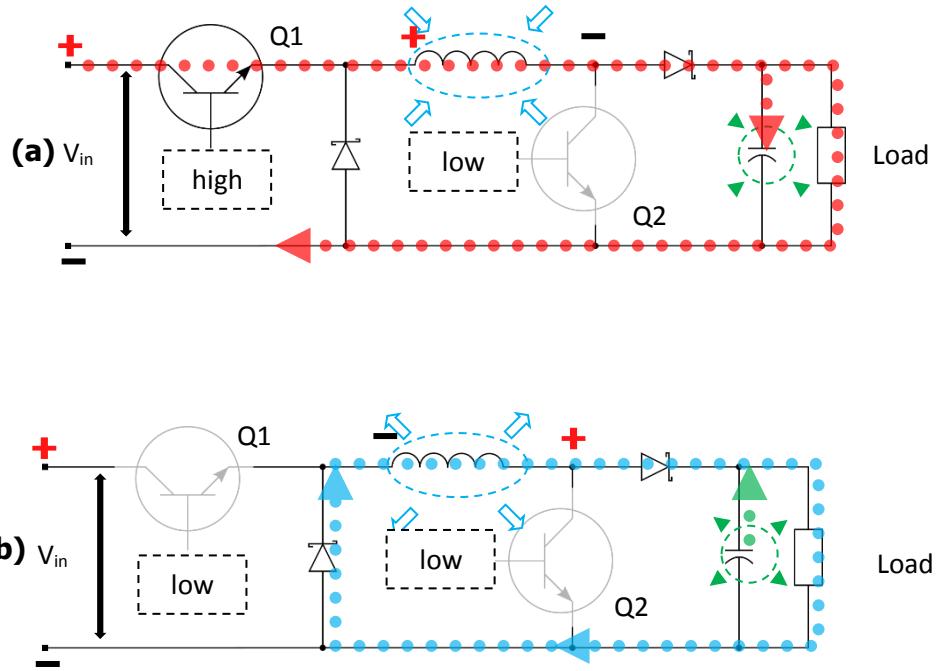
V_{FB} nilainya akan selalu diawasi oleh bagian *feedback* pada rangkaian pengendali. Besarnya V_{FB} akan selalu dibuat sama dengan besarnya V_{ref} yaitu 2,5 V (karena V_{ref} sudah dibagi dua). Dikarenakan $R3$, $R4$ serta $R6$ nilainya tetap, sedangkan $R5$ nilainya dapat diubah, maka besarnya V_{OUT} dapat diubah-ubah dengan cara mengubah nilai resistansi dari $R5$.

Untuk lebih memudahkan memahami cara konstruksi rangkaian buck-boost, perhatikan Gambar 60.



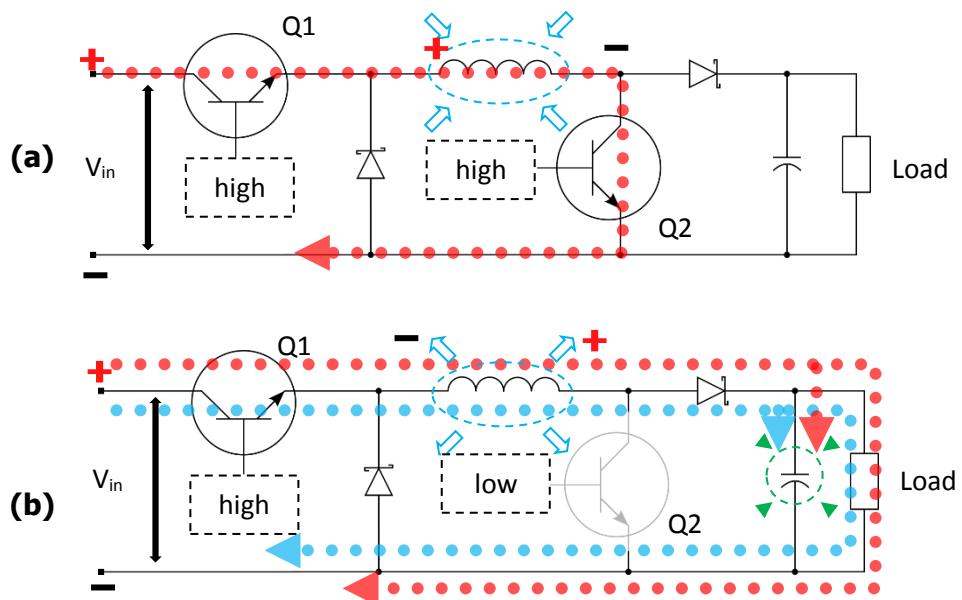
Gambar 60. Langkah-langkah penggabungan rangkaian buck dan boost hingga menjadi rangkaian buck-boost

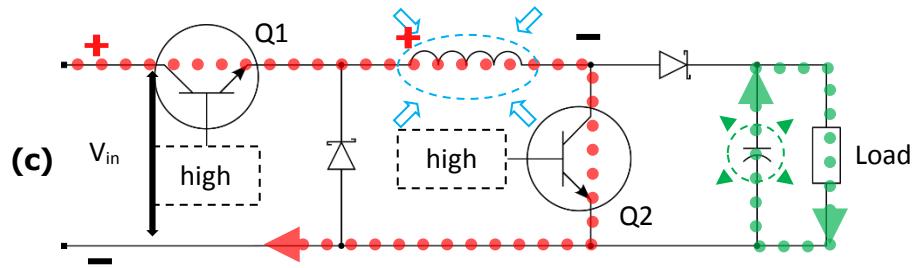
Cara kerja dari rangkaian buck-boost merupakan gabungan dari rangkaian buck dan rangkaian boost. Ketika rangkaian ini diharuskan menghasilkan tegangan output yang nilainya lebih rendah dari tegangan input, maka rangkaian akan berakting sebagai rangkaian buck (lihat Gambar 61). Pada saat rangkaian berakting sebagai rangkaian buck, maka yang menjadi pengendali aktif rangkaian adalah transistor Q1, sedangkan Q2 akan selalu dalam kondisi memutus arus.



Gambar 61. (a) rangkaian berakting sebagai rangkaian buck pada fase 1; (b) rangkaian berakting sebagai rangkaian buck pada fase 2

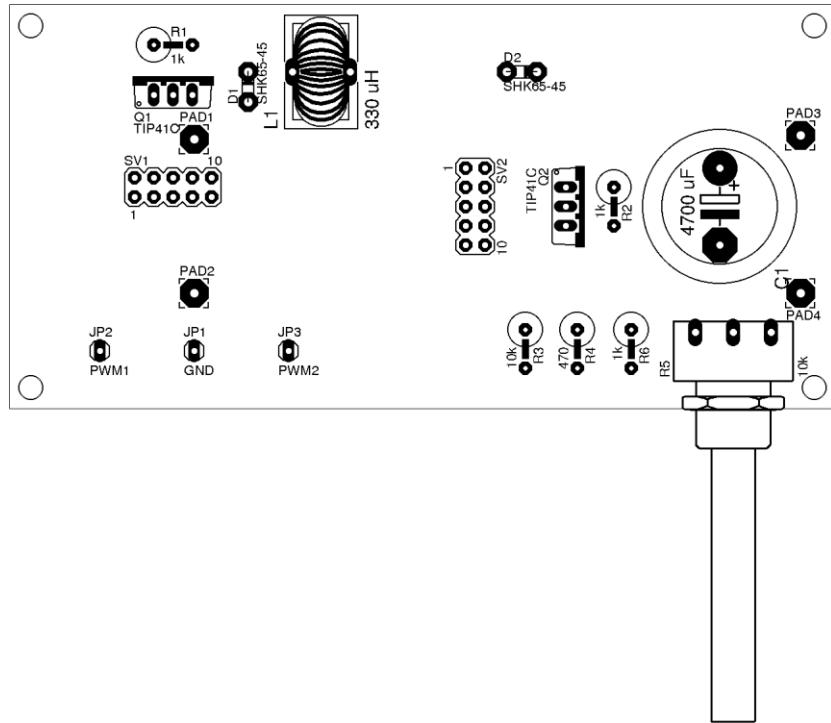
Ketika tegangan output yang dihasilkan harus lebih besar dari tegangan input, maka pada kondisi ini rangkaian akan berakting selayaknya rangkaian boost (lihat Gambar 62). Pada kondisi ini, Q₂ berperan sebagai pengendali aktif rangkaian sedangkan Q₁ akan selalu mengalirkan arus selama rangkaian berakting sebagai rangkaian boost.





Gambar 62. (a) rangkaian berakting sebagai rangkaian boost pada fase 1; (b) berakting pada fase 2; (c) berakting pada fase 3

Gambar 63 merupakan rangkaian buck-boost converter yang terdapat pada trainer. Pada gambar tersebut, diperlihatkan juga penempatan komponen-komponen elektronik pada PCB.



Gambar 63. Tata letak komponen rangkaian buck-boost pada papan PCB

	SMK MUHAMMADIYAH 1 BANTUL			
Jobsheet Penerapan Rangkaian Elektronika				
No Job : 11.1/II/XI	PWM	Tgl :		
Waktu : 2 x 45"			Kls/Sem :	

A. KOMPETENSI

Setelah praktikum diharapkan siswa dapat:

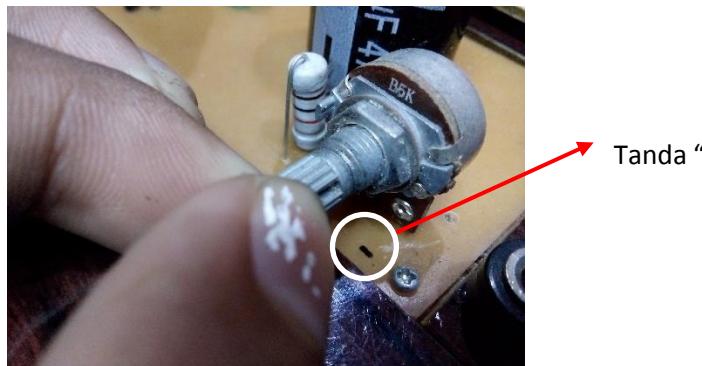
1. Mengidentifikasi bagian-bagian utama rangkaian pengendali PWM
2. Menguji unjuk kerja rangkaian pengendali PWM

B. KESELAMATAN KERJA

1. Gunakan alat dan bahan praktik sesuai prosedur.
2. Kembalikan alat dan bahan pada tempatnya setelah praktik.
3. Pastikan saklar dalam posisi off ketika memasang papan rangkaian serta berbagai macam kabel.



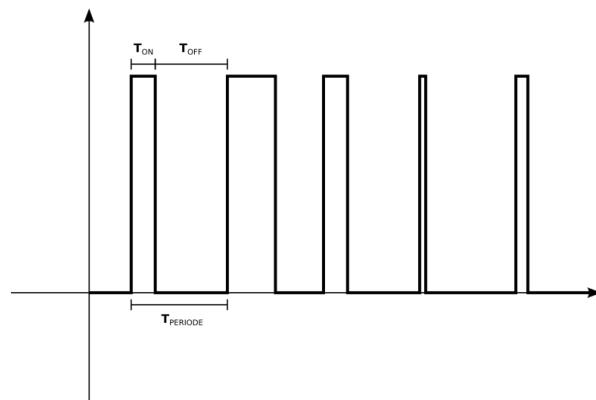
4. Pastikan potentiometer diputar ke arah kanan (tanda “-”) penuh sebelum menyambungkan papan rangkaian dengan sumber daya dan setelah memutus papan rangkaian dari sumber daya.



C. TEORI SINGKAT

PWM

Pulse Width Modulation adalah kepanjangan dari PWM. Jika diistilahkan dalam Bahasa Indonesia adalah Modulasi Lebar Pulsa. PWM merupakan sebuah sinyal dengan lebar pulsa yang divariasi dimana lebar pulsa adalah lamanya waktu suatu sinyal dalam keadaan high (on/ 1/ T_{ON}) dan low (off/ 0/ T_{OFF}) pada 1 periode ($T_{PERIODE}$).



Gambar 64. Bentuk sinyal PWM (*Pulse Width Modulation*)

Besarnya T_{ON} dan T_{OFF} dapat diubah-ubah dengan catatan $T_{ON} + T_{OFF}$ ($T_{PERIODE}$) besarnya harus selalu tetap. Dalam PWM juga dikenal istilah *duty cycle*, dimana *duty cycle* (D) itu sendiri merupakan perbandingan antara T_{ON} dan $T_{PERIODE}$.

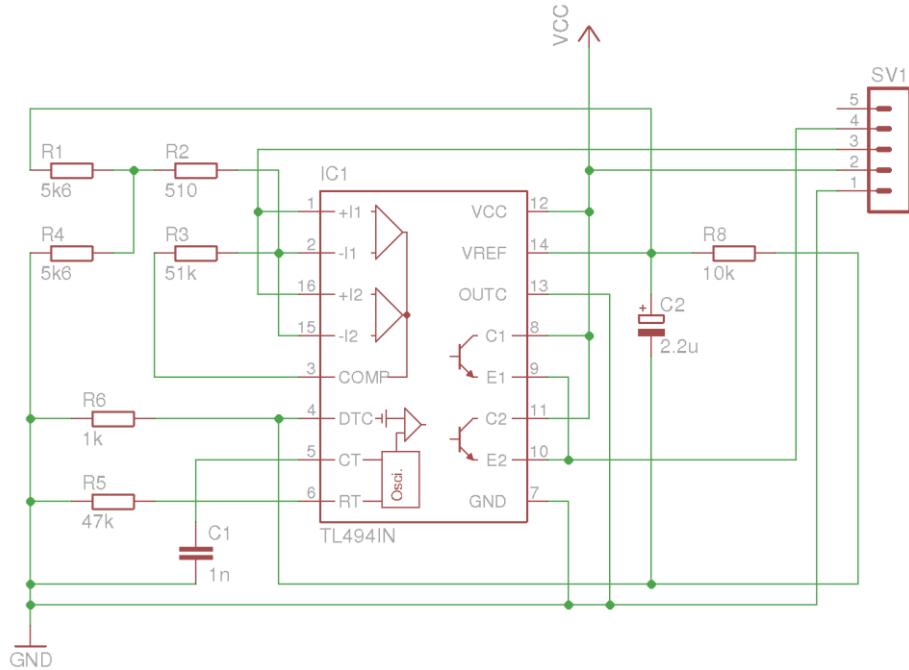
$$D = \frac{T_{ON}}{T_{PERIODE}}$$

atau

$$D = \frac{T_{ON}}{T_{PERIODE}} \times 100\%$$

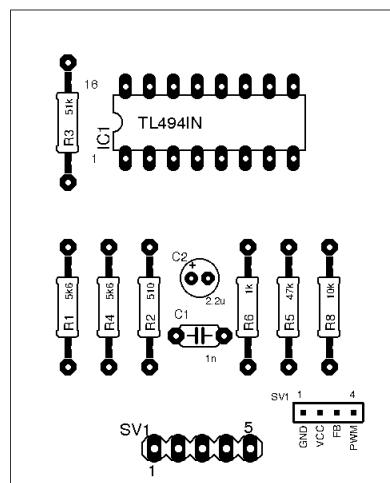
Ada banyak jenis rangkaian PWM serta macam-macam IC yang bisa digunakan sebagai pengendali PWM. Trainer ini menggunakan IC TL 494

sebagai pengendali PWM. Skema rangkaian pengendali PWM dengan IC TL 494 diperlihatkan pada gambar berikut:



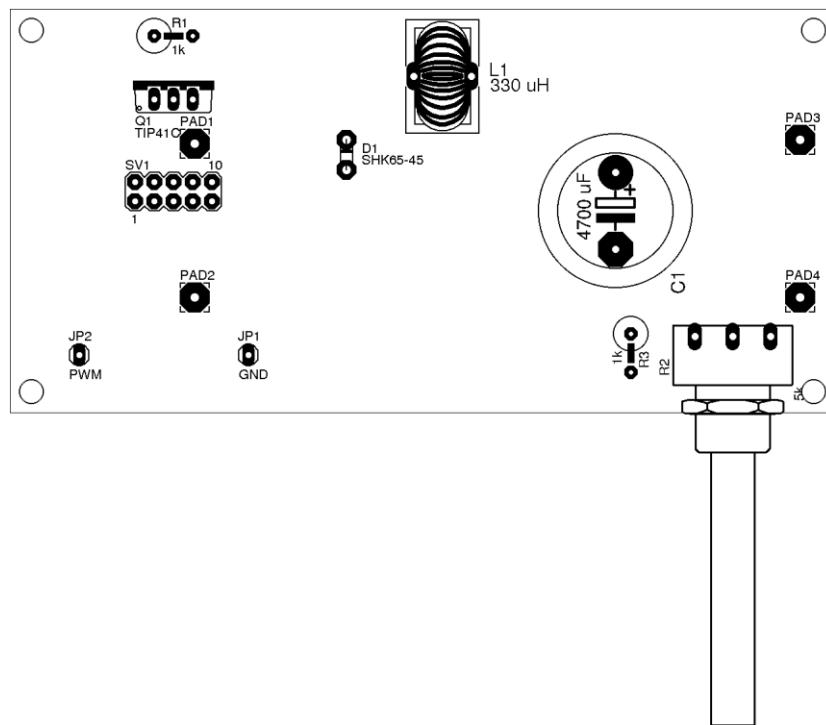
Gambar 65. Rangkaian pengendali PWM dengan menggunakan IC TL 494 pada trainer

Referensi lebih lanjut tentang IC TL 494 atau tentang rangkaian diatas bisa dilihat pada *application report* Patrick Griffith (2011) atau referensi lain dari internet. Berikut adalah gambar rangkaian PWM beserta penempatan komponen-komponennya, persis seperti rangkaian yang digunakan pada trainer.



Gambar 66. Rangkaian komponen PWM terpasang pada PCB.

Untuk melakukan pengujian rangkaian, PWM harus dipasangkan dengan rangkaian converter. Oleh karena hal tersebut, maka pada praktikum ini rangkaian PWM dipasangkan dengan rangkaian buck converter. Berikut penampakan rangkaian buck converter pada trainer.

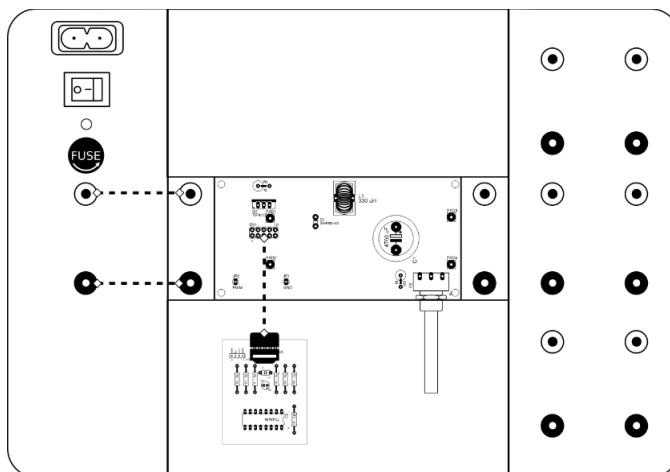


Gambar 67. Tata letak penempatan komponen rangkaian buck pada PCB

D. ALAT DAN BAHAN

1. Trainer
2. Voltmeter
3. Amperemeter
4. Oscilloscope

E. GAMBAR KERJA



Ket:

◇ - - - ◇ : Pemasangan/
penyambungan

F. LANGKAH KERJA

Pengamatan tanpa beban

1. Persiapkan trainer beserta kabel AC



2. Kemudian buka kunci pengait pada bok trainer dengan menariknya keatas



3. Setelah bok terbuka, selanjutnya buka kedua penutup atas papan trainer yang terbuat dari triplek.



4. Setelah penutup triplek terbuka semua, akan terlihat isi dari kotak penyimpanan yaitu papan rangkaian converter serta rangkaian PWM dan kabel penghubung. Ambil semua yang ada pada kotak penyimpanan dengan cara ambil rangkaian PWM terlebih dahulu.



5. Selanjutnya, tutup penutup triplek bagian bawah sehingga akan terlihat seperti gambar di bawah ini:



6. Pilih rangkaian buck converter dan satu buah rangkaian PWM, jauhkan rangkaian yang lainnya supaya tidak mengganggu.
7. Selanjutnya, pasang rangkaian PWM dengan menggunakan port yang tersedia pada rangkaian PWM serta papan rangkaian converter.



8. Selanjutnya pasang papan rangkaian dengan cara seperti diperlihatkan pada gambar di bawah ini:



9. Setelah papan rangkaian terpasang dengan benar, selanjutnya pasang kabel konektor untuk menyambungkan bagian input rangkaian dengan sumber daya pada trainer. Port VCC disambungkan dengan port merah input rangkaian menggunakan kabel merah, sedangkan port GND

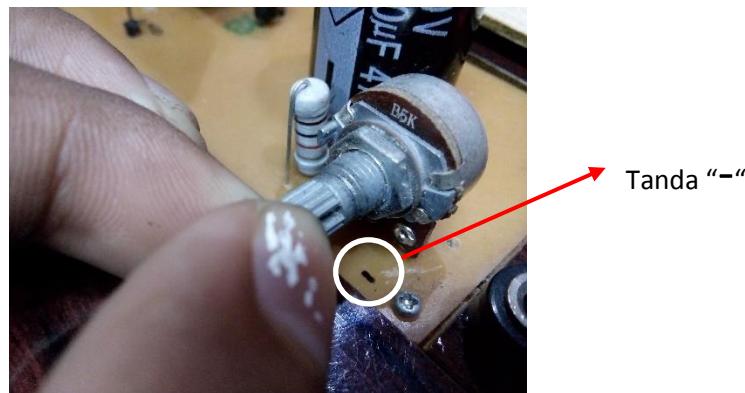
disambungkan dengan port hitam input rangkaian menggunakan kabel hitam. Lihat gambar di bawah untuk lebih jelasnya.



10. Setelah papan rangkaian terpasang pada papan trainer dan rangkaian juga telah tersambung dengan bagian PSU, selanjutnya adalah memasang kabel AC untuk menghubungkan PSU internal dengan jaringan listrik PLN. Pasang kabel pada port AC di bagian pojok kiri atas.



11. Setelah semua terpasang dengan benar, langkah selanjutnya adalah memutar knop potentiometer ke arah kanan (tanda “-“) sampai penuh. Hal ini dilakukan untuk memastikan V_{OUT} dalam kondisi min.



12. Selanjutnya hidupkan PSU dengan menekan saklar yang terletak di bawah jack AC. Ketika lampu indikator menyala, berarti PSU dalam keadaan baik dan bisa digunakan.



13. Lakukan variasi V_{OUT} dengan cara memutar knop pada potentiometer.
 14. Selama melakukan pengamatan, ambil data dan cantumkan hasilnya pada tabel berikut ini:

V_{OUT} (V)	PWM	
	T_{ON}	T_{OFF}
5		

15. Amati juga bentuk sinyal PWM menggunakan oscilloscope, kemudian gambarlah.

G. BAHAN DISKUSI

1. Diskusi ditujukan untuk mengetahui unjuk kerja rangkaian PWM:
 Pada percobaan tanpa beban, hitunglah frekuensi PWM menggunakan rumus:

$$f_{OSC1} = \frac{1}{R_T \times C_T}$$

Kemudian cari juga frekuensi PWM hasil pengamatan dengan rumus:

$$f_{OSC2} = \frac{1}{T_{PERIODE}}$$

Cari nilai toleransi frekuensi rangkaian PWM dengan rumus:

$$Toleransi(\pm) = \frac{selisih\ f_{osc1}\ dan\ f_{osc2}}{f_{osc1}} \times 100\%$$

Berdasarkan nilai toleransi yang telah diketahui, bagaimanakah unjuk kerja rangkaian PWM tersebut?

	SMK MUHAMMADIYAH 1 BANTUL			
Jobsheet Penerapan Rangkaian Elektronika				
No Job : 11.1/II/XI	Buck Converter	Tgl : Kls/Sem :		
Waktu : 2 x 45"				

A. KOMPETENSI

Setelah praktikum diharapkan siswa dapat:

1. Mengidentifikasi bagian-bagian utama rangkaian PWM
2. Menguji unjuk kerja rangkaian pengendali PWM

B. KESELAMATAN KERJA

1. Gunakan alat dan bahan praktik sesuai prosedur.
2. Kembalikan alat dan bahan pada tempatnya setelah praktik.
3. Pastikan saklar dalam posisi off ketika memasang papan rangkaian serta berbagai macam kabel.



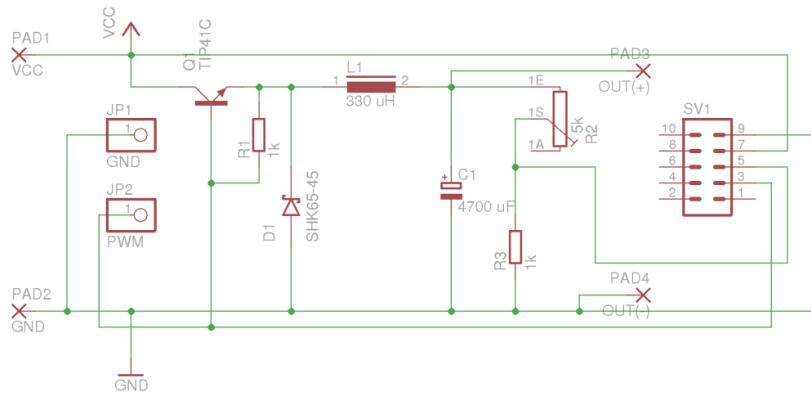
4. Pastikan potentiometer diputar ke arah kanan (tanda “-“) penuh sebelum menyambungkan papan rangkaian dengan sumber daya dan setelah memutus papan rangkaian dari sumber daya.



C. TEORI SINGKAT

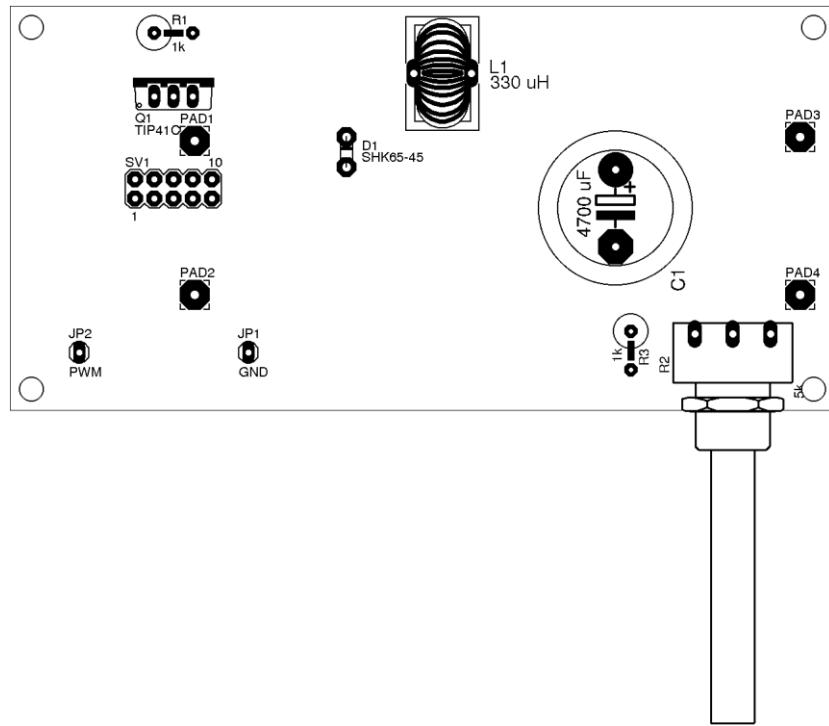
Buck Converter

Buck merupakan topologi dasar SMPS yang pada praktikum ini kita pelajari. Rangkaian buck disebut juga sebagai rangkaian converter dikarenakan rangkaian ini bisa mengkonversikan (mengubah) nilai dari tegangan DC, lebih tepatnya menurunkan tegangan DC (step-down), skema rangkaian buck pada trainer bisa dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 68. Skema rangkaian buck converter pada trainer

Berikut diberikan gambar rangkaian buck converter yang terdapat pada trainer. Pada gambar berikut, diperlihatkan juga penempatan komponen-komponen elektronik pada PCB.

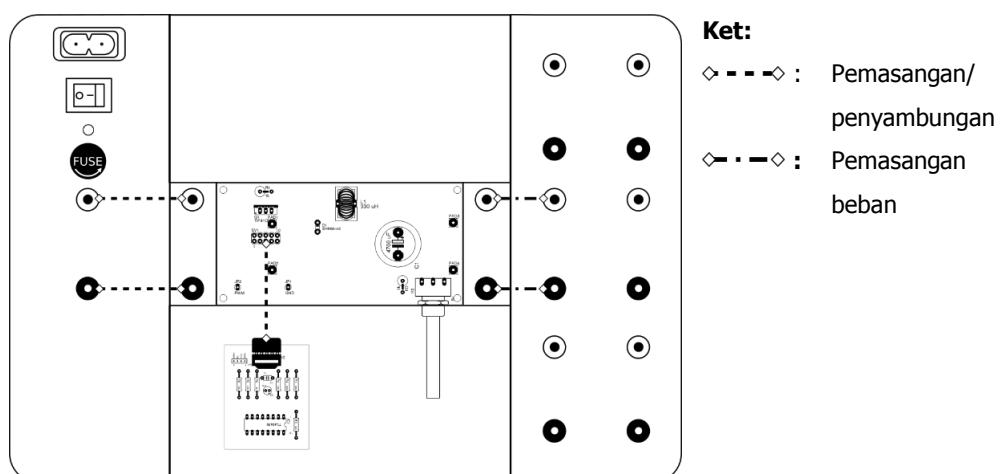


Gambar 69. Tata letak penempatan komponen rangkaian buck pada PCB

D. ALAT DAN BAHAN

1. Trainer
2. Voltmeter
3. Amperemeter
4. Oscilloscope

E. GAMBAR KERJA



F. LANGKAH KERJA

Pengamatan tanpa beban

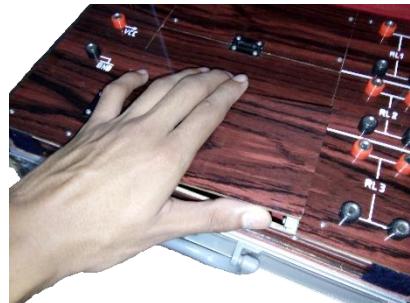
1. Persiapkan trainer beserta kabel AC



2. Kemudian buka kunci pengait pada bok trainer dengan menariknya keatas



3. Setelah bok terbuka, selanjutnya buka kedua penutup atas papan trainer yang terbuat dari triplek.



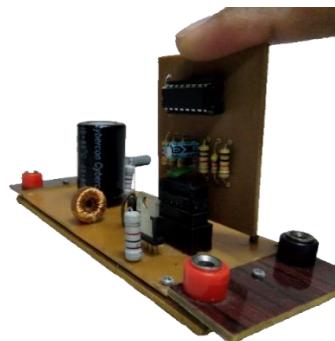
4. Setelah penutup triplek terbuka semua, akan terlihat isi dari kotak penyimpanan yaitu papan rangkaian converter serta rangkaian PWM dan kabel penghubung. Ambil semua yang ada pada kotak penyimpanan dengan cara ambil rangkaian PWM terlebih dahulu.



5. Selanjutnya, tutup penutup triplek bagian bawah sehingga akan terlihat seperti gambar di bawah ini:



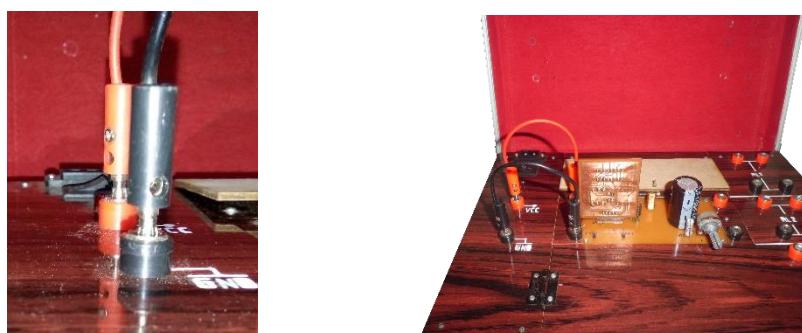
6. Pilih rangkaian buck converter dan satu buah rangkaian PWM, jauhkan rangkaian yang lainnya supaya tidak mengganggu.
7. Selanjutnya, pasang rangkaian PWM dengan menggunakan port yang tersedia pada rangkaian PWM serta papan rangkaian converter.



8. Selanjutnya pasang papan rangkaian dengan cara seperti diperlihatkan pada gambar di bawah ini:



9. Setelah papan rangkaian terpasang dengan benar, selanjutnya pasang kabel konektor untuk menyambungkan bagian input rangkaian dengan sumber daya pada trainer. Port VCC disambungkan dengan port merah input rangkaian menggunakan kabel merah, sedangkan port GND disambungkan dengan port hitam input rangkaian menggunakan kabel hitam. Lihat gambar di bawah ini untuk lebih jelasnya.



10. Setelah papan rangkaian terpasang pada papan trainer dan rangkaian juga telah tersambung dengan bagian PSU, selanjutnya adalah memasang kabel AC untuk menghubungkan PSU internal dengan jaringan listrik PLN. Pasang kabel pada port AC di bagian pojok kiri atas.



11. Setelah semua terpasang dengan benar, langkah selanjutnya adalah memutar knop potentiometer ke arah kanan (tanda “-“) sampai penuh. Hal ini dilakukan untuk memastikan V_{OUT} dalam kondisi min.



12. Selanjutnya hidupkan PSU dengan menekan saklar yang terletak di bawah jack AC. Ketika lampu indikator menyala, berarti PSU dalam keadaan baik dan bisa digunakan.



13. Mulailah melakukan pengamatan pada V_{IN} , V_{OUT} serta PWM. Lakukan variasi V_{OUT} dengan cara memutar knop pada potentiometer.
14. Selama melakukan pengamatan, ambil data dan cantumkan hasilnya pada tabel berikut ini:

No	V_{IN} (V)	V_{OUT} (V)	PWM	
			T_{ON}	T_{OFF}
1		3		
2		5		
3		9		

15. Amati juga bentuk sinyal V_{OUT} serta PWM menggunakan oscilloscope, kemudian gambarlah.

Pengamatan dengan beban

1. Atur V_{OUT} seperti pada tabel pengamatan tanpa beban mulai dari V_{OUT} dengan nilai minimum. Saat converter dalam posisi hidup, sambungkan Output ke beban RL seperti gambar berikut.



2. Amati unjuk kerja rangkaian sesuai dengan parameter yang tertera pada tabel dibawah ini, kemudian catat hasilnya.

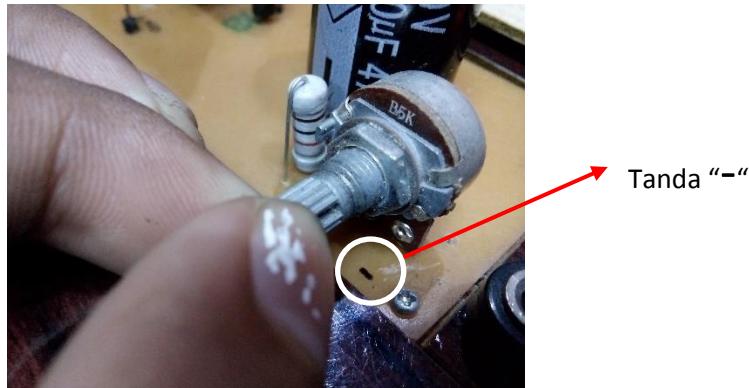
No	V_{OUT}^* (V)	V_{LOAD}^{**} (V)	I_{OUT} (A)	V_{IN} (V)	I_{IN} (A)	RL
1	3					RL 1
2						RL 2
3						RL 3
4	5					RL 1
5						RL 2

6						RL 3
7						RL 1
8	9					RL 2
9						RL 3

* Tegangan output ketika tanpa beban

** Tegangan output ketika dipasang beban

3. Amati juga bentuk sinyal V_{LOAD} menggunakan oscilloscope, kemudian gambarlah.
4. Setelah selesai melakukan pengamatan, lepas semua kabel yang terhubung dengan sumber daya, kemudian putar knop potentiometer kembali kearah kanan penuh (kearah tanda "-").



5. Lepas semua kabel yang terhubung dengan papan rangkaian, kemudian lepas papan rangkaian dari papan trainer.
6. Lepas rangkaian PWM dari papan rangkaian, kemudian simpan semua peralatan ke dalam kotak penyimpanan.
7. Simpan dahulu kabel konektor, kemudian masukkan papan rangkaian satu persatu, selanjutnya pasang PWM pada bagian pojok kiri bawah.
8. Kembalikan bok trainer ke tempat penyimpanannya.

G. BAHAN DISKUSI

1. Pada percobaan tanpa beban, buatlah grafik hubungan antara nilai *duty cycle (%)* dengan nilai V_{OUT} , kemudian jelaskan dan simpulkan hubungan antara keduanya!

2. Pada percobaan dengan beban, hitunglah efisiensi daya dari power supply dengan persamaan berikut:

$$P = VI$$

$$\text{Efisiensi} = \frac{P_{OUT}}{P_{IN}} \times 100\%$$

Selanjutnya gambarlah grafik hubungan antara efisiensi dengan P_{OUT} , kemudian jelaskan dan simpulkan hubungan antara keduanya!

3. Jika dilihat dari ripple tegangan output serta efisiensi daya, menurut anda bagaimanakah unjuk kerja dari sumber daya ini?
4. Menurut pendapat anda, bagaimanakah cara meningkatkan kinerja dari sumber daya ini?

	SMK MUHAMMADIYAH 1 BANTUL			
Jobsheet Penerapan Rangkaian Elektronika				
No Job : 11.2/II/XI	Boost Converter	Tgl : _____		
Waktu : 2 x 45"			Kls/Sem :	

A. KOMPETENSI

Setelah praktikum diharapkan siswa dapat:

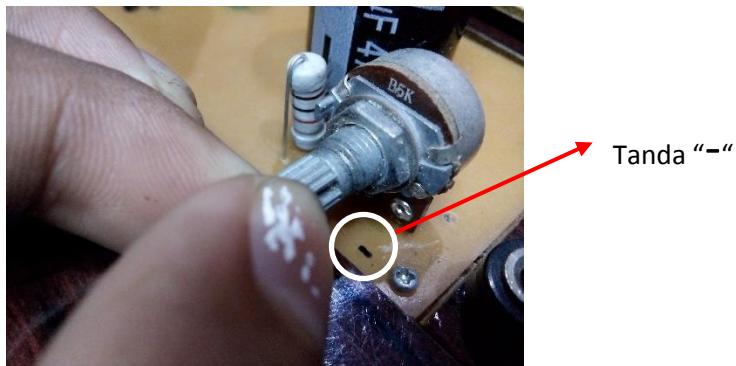
1. Mengidentifikasi bagian-bagian utama rangkaian boost converter
2. Menguji unjuk kerja rangkaian boost converter

B. KESELAMATAN KERJA

1. Gunakan alat dan bahan praktik sesuai prosedur.
2. Kembalikan alat dan bahan pada tempatnya setelah praktik.
3. Pastikan saklar dalam posisi off ketika memasang papan rangkaian serta berbagai macam kabel.



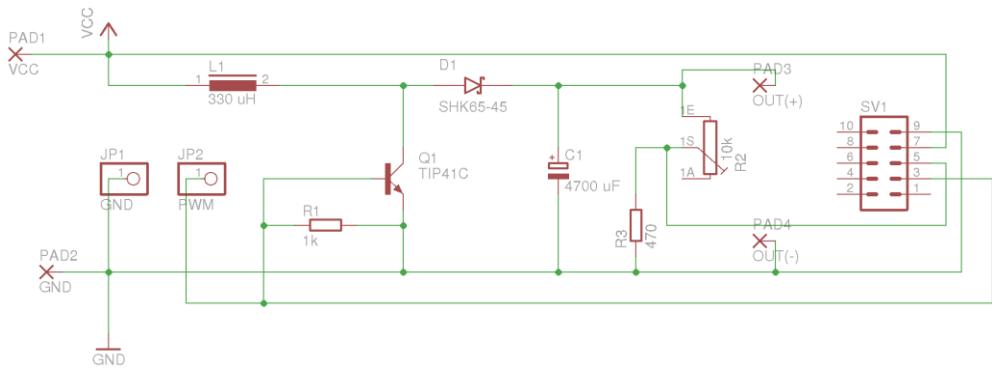
4. Pastikan potentiometer diputar ke arah kanan (tanda “-“) penuh sebelum menyambungkan papan rangkaian dengan sumber daya dan setelah memutus papan rangkaian dari sumber daya.



C. TEORI SINGKAT

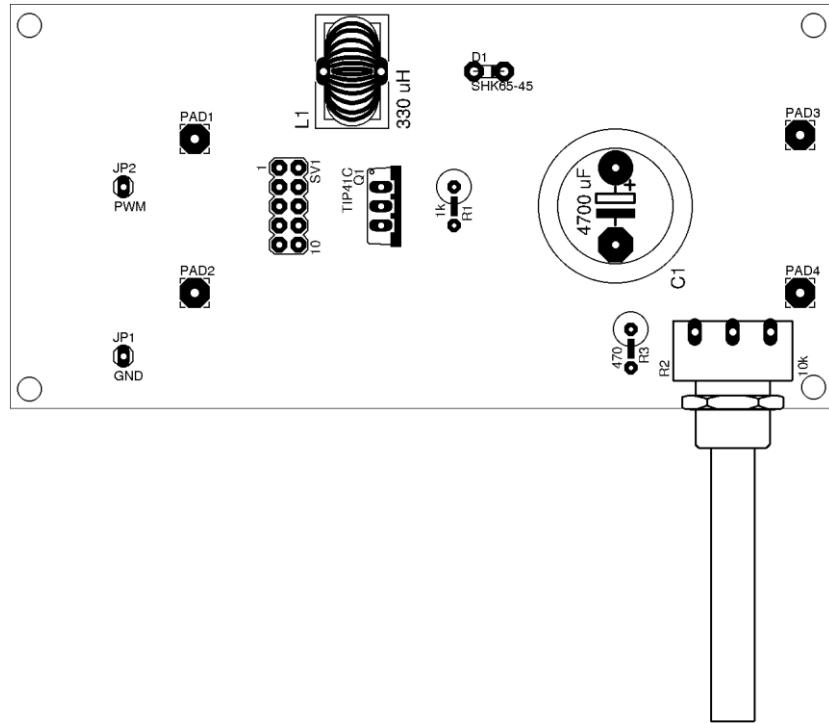
Boost Converter

Boost converter merupakan topologi dasar SMPS yang pada praktikum ini kita pelajari. Rangkaian boost disebut juga sebagai rangkaian converter dikarenakan rangkaian ini bisa mengkonversikan (mengubah) nilai dari tegangan DC. Jika rangkaian buck menurunkan, maka rangkaian boost menaikkan tegangan (step-up). Skema rangkaian boost pada trainer bisa dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 70. Rangkaian boost converter yang terdapat pada trainer

Berikut diberikan gambar rangkaian boost converter yang terdapat pada trainer. Pada gambar berikut, diperlihatkan juga penempatan komponen-komponen elektronik pada PCB.

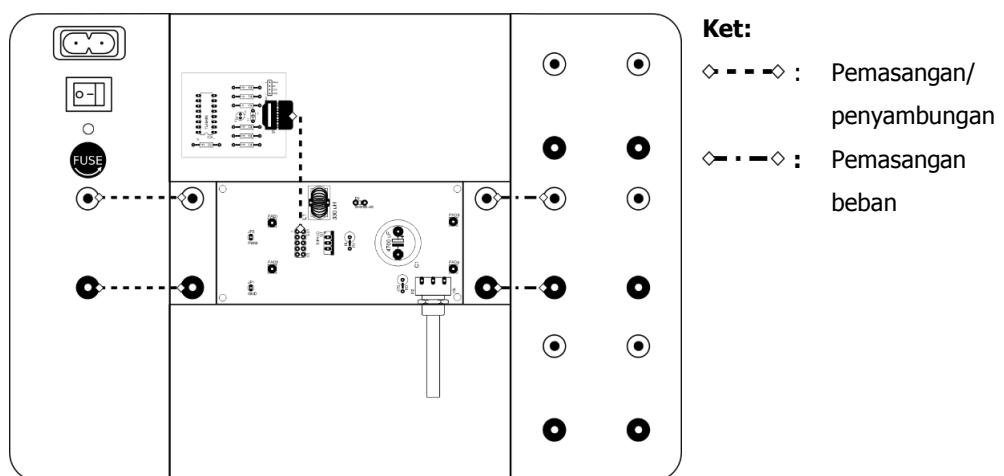


Gambar 71. Tata letak penempatan komponen rangkaian boost pada PCB

D. ALAT DAN BAHAN

1. Trainer
2. Voltmeter
3. Amperemeter
4. Oscilloscope

E. GAMBAR KERJA



F. LANGKAH KERJA

Pengamatan tanpa beban

1. Persiapkan trainer beserta kabel AC



2. Kemudian buka kunci pengait pada bok trainer dengan menariknya keatas



3. Setelah bok terbuka, selanjutnya buka kedua penutup atas papan trainer yang terbuat dari triplek.



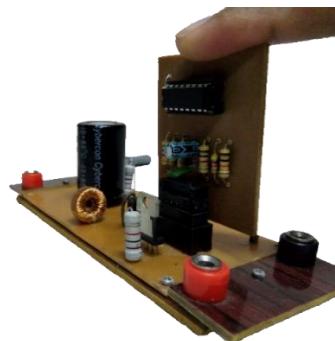
4. Setelah penutup triplek terbuka semua, akan terlihat isi dari kotak penyimpanan yaitu papan rangkaian converter serta rangkaian PWM dan kabel penghubung. Ambil semua yang ada pada kotak penyimpanan dengan cara ambil rangkaian PWM terlebih dahulu.



5. Selanjutnya, tutup penutup triplek bagian bawah sehingga akan terlihat seperti gambar di bawah ini:



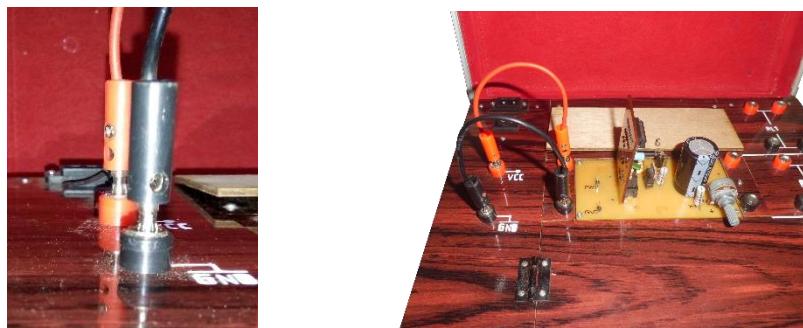
6. Pilih rangkaian boost converter dan satu buah rangkaian PWM, jauhkan rangkaian yang lainnya supaya tidak mengganggu.
7. Selanjutnya, pasang rangkaian PWM dengan menggunakan port yang tersedia pada rangkaian PWM serta papan rangkaian converter.



8. Selanjutnya pasang papan rangkaian dengan cara seperti diperlihatkan pada gambar di bawah ini:



9. Setelah papan rangkaian terpasang dengan benar, selanjutnya pasang kabel konektor untuk menyambungkan bagian input rangkaian dengan sumber daya pada trainer. Port VCC disambungkan dengan port merah input rangkaian menggunakan kabel merah, sedangkan port GND disambungkan dengan port hitam input rangkaian menggunakan kabel hitam. Lihat gambar di bawah ini untuk lebih jelasnya.



10. Setelah papan rangkaian terpasang pada papan trainer dan rangkaian juga telah tersambung dengan bagian PSU, selanjutnya adalah memasang kabel AC untuk menghubungkan PSU internal dengan jaringan listrik PLN. Pasang kabel pada port AC di bagian pojok kiri atas.



11. Setelah semua terpasang dengan benar, langkah selanjutnya adalah memutar knop potentiometer ke arah kanan (tanda “-“) sampai penuh. Hal ini dilakukan untuk memastikan V_{OUT} dalam kondisi min.



12. Selanjutnya hidupkan PSU dengan menekan saklar yang terletak di bawah jack AC. Ketika lampu indikator menyala, berarti PSU dalam keadaan baik dan bisa digunakan.



13. Mulailah melakukan pengamatan pada V_{IN} , V_{OUT} serta PWM. Lakukan variasi V_{OUT} dengan cara memutar knop pada potentiometer.
14. Selama melakukan pengamatan, ambil data dan cantumkan hasilnya pada tabel berikut ini:

No	V_{IN} (V)	V_{OUT} (V)	PWM	
			T_{ON}	T_{OFF}
1		15		
2		20		

15. Amati juga bentuk sinyal V_{OUT} serta PWM menggunakan oscilloscope, kemudian gambarlah.

Pengamatan dengan beban

1. Atur V_{OUT} seperti pada tabel pengamatan tanpa beban mulai dari V_{OUT} dengan nilai minimum. Saat converter dalam posisi hidup, sambungkan Output ke beban RL seperti gambar berikut.



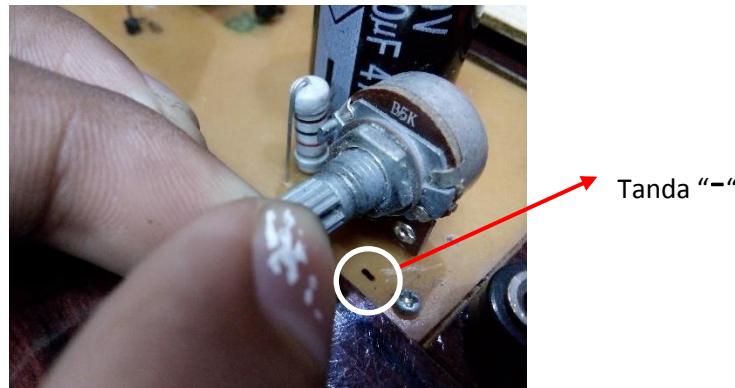
2. Amati unjuk kerja rangkaian sesuai dengan parameter yang tertera pada tabel dibawah ini, kemudian catat hasilnya.

No	V_{OUT}^* (V)	V_{LOAD}^{**} (V)	I_{OUT} (A)	V_{IN} (V)	I_{IN} (A)	RL
1	15					RL 1
2						RL 2
3						RL 3
4	20					RL 1
5						RL 2
6						RL 3

* Tegangan output ketika tanpa beban

** Tegangan output ketika dipasang beban

3. Amati juga bentuk sinyal V_{LOAD} menggunakan oscilloscope, kemudian gambarlah.
4. Setelah selesai melakukan pengamatan, lepas semua kabel yang terhubung dengan sumber daya, kemudian putar knop potentiometer kembali ke arah kanan penuh (tanda “-”).



5. Lepas semua kabel yang terhubung dengan papan rangkaian, kemudian lepas papan rangkaian dari papan trainer.
6. Lepas rangkaian PWM dari papan rangkaian, kemudian simpan semua peralatan ke dalam kotak penyimpanan.
7. Simpan dahulu kabel konektor, kemudian masukkan papan rangkaian satu persatu, selanjutnya pasang PWM pada bagian pojok kiri bawah.
8. Kembalikan bok trainer ke tempat penyimpanannya.

G. BAHAN DISKUSI

1. Pada percobaan tanpa beban, buatlah grafik hubungan antara nilai *duty cycle (%)* dengan nilai V_{OUT} , kemudian jelaskan dan simpulkan hubungan antara keduanya!
2. Pada percobaan dengan beban, hitunglah efisiensi daya dari power supply dengan persamaan berikut:

$$P = VI$$

$$Efisiensi = \frac{P_{OUT}}{P_{IN}} \times 100\%$$

Kemudian gambarlah grafik hubungan antara efisiensi dengan P_{OUT} , kemudian jelaskan dan simpulkan hubungan antara keduanya!

3. Jika dilihat dari bentuk sinyal V_{OUT} , efisiensi daya, dan faktor lainnya, menurut anda bagaimanakah unjuk kerja dari sumber daya ini?
4. Menurut pendapat anda, bagaimanakah cara meningkatkan kinerja rangkaian sumber daya ini?

	SMK MUHAMMADIYAH 1 BANTUL Jobsheet Penerapan Rangkaian Elektronika			
	No Job : 11.3/II/XI	Buck-boost converter	Tgl :	
	Waktu : 2 x 45"		Kls/Sem :	

A. KOMPETENSI

Setelah praktikum diharapkan siswa dapat:

1. Mengidentifikasi bagian-bagian utama rangkaian buck-boost converter
2. Menguji unjuk kerja rangkaian buck-boost converter

B. KESELAMATAN KERJA

1. Gunakan alat dan bahan praktik sesuai prosedur.
2. Kembalikan alat dan bahan pada tempatnya setelah praktik.
3. Pastikan saklar dalam posisi off ketika memasang papan rangkaian serta berbagai macam kabel.



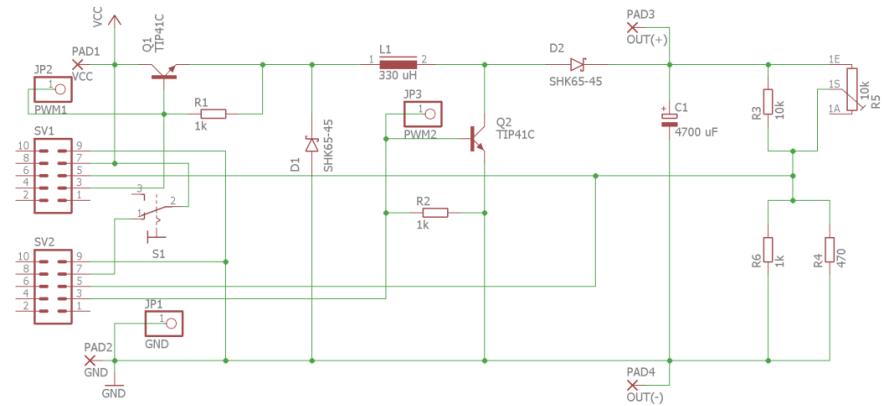
4. Pastikan potentiometer diputar ke arah kanan (tanda “-“) penuh sebelum menyambungkan papan rangkaian dengan sumber daya dan setelah memutus papan rangkaian dari sumber daya.



C. TEORI SINGKAT

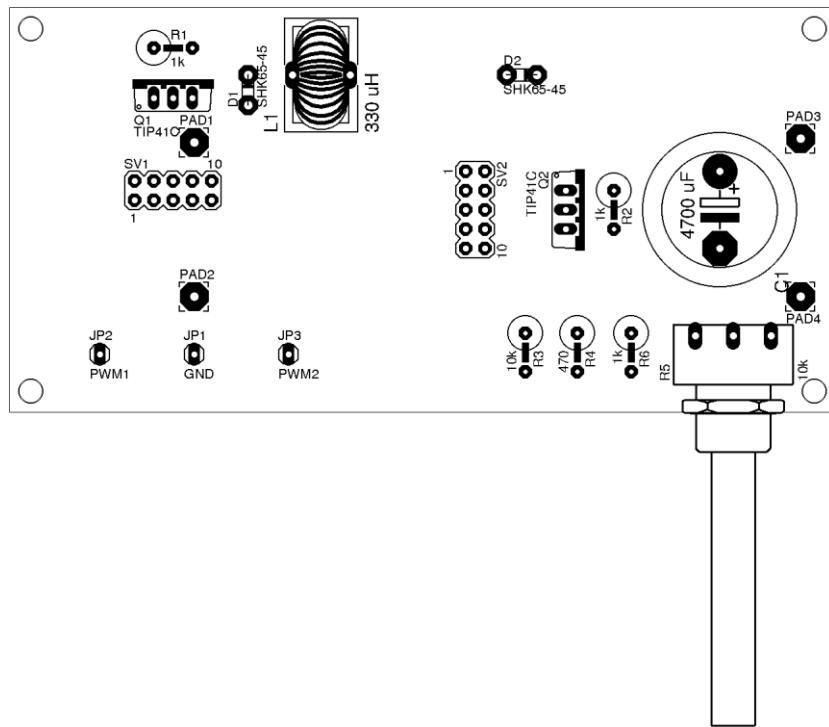
Buck-boost Converter

Buck-boost converter merupakan topologi dasar SMPS yang pada praktikum ini kita pelajari. Rangkaian buck-boost pada trainer ini sebenarnya adalah gabungan dari rangkaian buck dan rangkaian boost. Hal ini menjadikan rangkaian ini mempunyai kemampuan untuk menurunkan/menaikkan tegangan. Skema rangkaian buck-boost pada trainer bisa dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 72. Skema rangkaian buck-boost converter

Berikut diberikan gambar rangkaian buck-boost converter yang terdapat pada trainer. Pada gambar berikut, diperlihatkan juga penempatan komponen-komponen elektronik pada PCB.

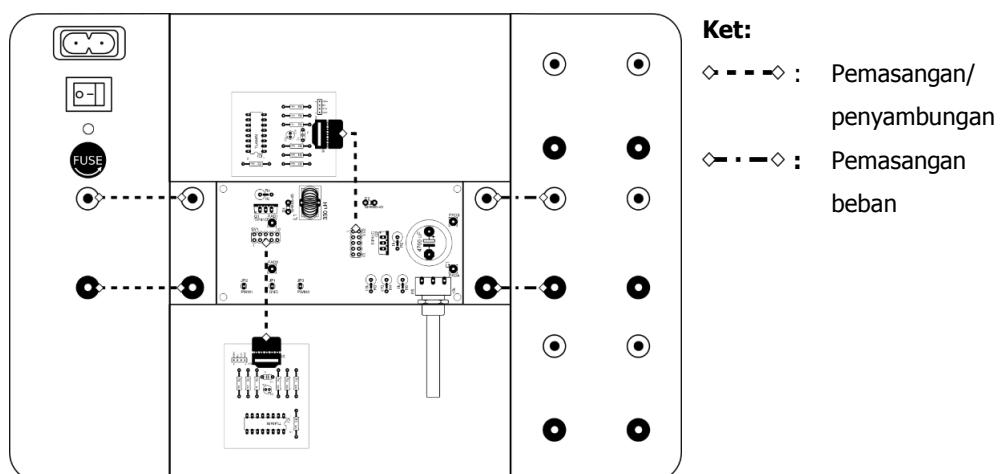


Gambar 73. Tata letak komponen rangkaian buck-boost pada papan PCB

H. ALAT DAN BAHAN

1. Trainer
2. Voltmeter
3. Amperemeter
4. Oscilloscope

D. GAMBAR KERJA



E. LANGKAH KERJA

Pengamatan tanpa beban

1. Persiapkan trainer beserta kabel AC



2. Kemudian buka kunci pengait pada bok trainer dengan menariknya keatas



3. Setelah bok terbuka, selanjutnya buka kedua penutup atas papan trainer yang terbuat dari triplek.



4. Setelah penutup triplek terbuka semua, akan terlihat isi dari kotak penyimpanan yaitu papan rangkaian converter serta PWM dan kabel penghubung. Ambil semua yang ada pada kotak penyimpanan dengan cara ambil rangkaian PWM terlebih dahulu.



5. Selanjutnya, tutup penutup triplek bagian bawah sehingga akan terlihat seperti gambar di bawah ini:



6. Pilih rangkaian boost converter dan satu buah rangkaian PWM, jauhkan rangkaian yang lainnya supaya tidak mengganggu.
7. Selanjutnya, pasang rangkaian PWM dengan menggunakan port yang tersedia pada rangkaian PWM serta papan rangkaian converter.



8. Selanjutnya pasang papan rangkaian dengan cara seperti diperlihatkan pada gambar di bawah ini:



9. Setelah papan rangkaian terpasang dengan benar, selanjutnya pasang kabel konektor untuk menyambungkan bagian input rangkaian dengan sumber daya pada trainer. Port VCC disambungkan dengan port merah input rangkaian menggunakan kabel merah, sedangkan port GND disambungkan dengan port hitam input rangkaian menggunakan kabel hitam. Lihat gambar di bawah untuk lebih jelasnya.



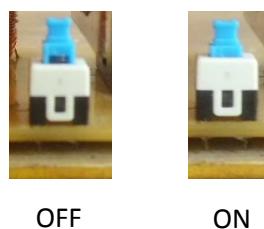
10. Setelah papan rangkaian terpasang pada papan trainer dan rangkaian juga telah tersambung dengan bagian PSU, selanjutnya adalah memasang kabel AC untuk menghubungkan PSU internal dengan jaringan listrik PLN. Pasang kabel pada port AC di bagian pojok kiri atas.



11. Setelah semua terpasang dengan benar, langkah selanjutnya adalah memutar knop potentiometer ke arah kanan (tanda “-“) sampai penuh. Hal ini dilakukan untuk memastikan V_{OUT} dalam kondisi min.



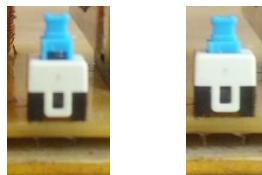
12. Pastikan juga tombol PWM_2 dalam keadaan OFF.



13. Selanjutnya hidupkan PSU dengan menekan saklar yang terletak di bawah jack AC. Ketika lampu indikator menyala, berarti PSU dalam keadaan baik dan bisa digunakan.



14. Selanjutnya setelah PSU dihidupkan, tekan tombol PWM_2 sehingga pada posisi ON.



OFF

ON

15. Mulailah melakukan pengamatan pada V_{IN} , V_{OUT} serta PWM. Lakukan variasi V_{OUT} dengan cara memutar knop pada potentiometer.

16. Selama melakukan pengamatan, ambil data dan cantumkan hasilnya pada tabel berikut ini:

No	V_{IN} (V)	V_{OUT} (V)	PWM	
			T_{ON}	T_{OFF}
1		5		
2		15		
3		20		

17. Amati juga bentuk sinyal V_{OUT} serta PWM pada oscilloscope, kemudian gambarlah.

Pengamatan dengan beban

- Atur V_{OUT} seperti pada tabel pengamatan tanpa beban mulai dari V_{OUT} dengan nilai minimum. Saat converter dalam posisi hidup, sambungkan Output ke beban RL seperti gambar berikut.



2. Amati unjuk kerja rangkaian sesuai dengan parameter yang tertera pada tabel dibawah ini, kemudian catat hasilnya.

No	V_{OUT}^* (V)	V_{LOAD}^{**} (V)	I_{OUT} (A)	V_{IN} (V)	I_{IN} (A)	RL
1	5					RL 1
2						RL 2
3						RL 3
4	10					RL 1
5						RL 2
6						RL 3
7	15					RL 1
8						RL 2
9						RL 3

* Tegangan output ketika tanpa beban

** Tegangan output ketika dipasang beban

3. Amati juga bentuk sinyal V_{LOAD} pada oscilloscope, kemudian gambarlah.
4. Setelah selesai melakukan pengamatan, lepas semua kabel yang terhubung dengan sumber daya, kemudian putar knop potentiometer kembali kearah kanan penuh (tanda "-").



5. Lepas semua kabel yang terhubung dengan papan rangkaian, kemudian lepas papan rangkaian dari papan trainer.
6. Lepas rangkaian PWM dari papan rangkaian, kemudian simpan semua peralatan ke dalam kotak penyimpanan.
7. Simpan dahulu kabel konektor, kemudian masukkan papan rangkaian satu persatu, selanjutnya pasang PWM pada bagian pojok kiri bawah.
8. Kembalikan bok trainer ke tempat penyimpanannya.

F. BAHAN DISKUSI

1. Pada percobaan tanpa beban, buatlah grafik hubungan antara nilai *duty cycle (%)* dengan nilai V_{OUT} , kemudian jelaskan dan simpulkan hubungan antara keduanya!
2. Pada percobaan dengan beban, hitunglah efisiensi daya dari power supply dengan persamaan berikut:

$$P = VI$$

$$Efisiensi = \frac{P_{OUT}}{P_{IN}} \times 100\%$$

Kemudian gambarlah grafik hubungan antara efisiensi dengan P_{OUT} , kemudian jelaskan dan simpulkan hubungan antara keduanya!

3. Parameter apa sajakah yang dipengaruhi oleh nilai *duty cycle*?
4. Jika dilihat dari bentuk sinyal V_{OUT} , efisiensi daya, dan faktor lainnya, menurut anda bagaimanakah unjuk kerja dari sumber daya ini?
5. Menurut pendapat anda, bagaimanakah cara meningkatkan kinerja dari sumber daya ini?

C. FORMAT LAPORAN

SMK Muhammadiyah 1 Bantul	Judul :	No. Jobsheet :
Bidang : Teknologi dan Rekayasa		Nama :
Program : Teknik Elektronika	Instruktur :	Tanggal :

- A. TUJUAN
- B. KESELAMATAN KERJA
- C. ALAT DAN BAHAN
- D. GAMBAR KERJA
- E. LANGKAH KERJA
- F. ANALISA DATA
- G. JAWABAN DISKUSI
- H. KESIMPULAN

Daftar Pustaka

- Coates, E. (n.d.). *Boost Converters*. Retrieved September 21, 2016, from Learnabout Electronics: <http://www.learnabout-electronics.org/PSU/psu32.php>
- Coates, E. (n.d.). *Buck Converters*. Retrieved September 21, 2016, from Learnabout Electronics: <http://www.learnabout-electronics.org/PSU/psu31.php>
- Coates, E. (n.d.). *Buck-Boost Converters*. Retrieved September 21, 2016, from Learnabout Electronics: <http://www.learnabout-electronics.org/PSU/psu33.php>
- Frenzel, L. E. (2008). *Principles of Electronic Communication Systems* (3 ed.). New York: McGraw-Hill.
- Green, M. (2012). *Design Calculations for Buck-Boost Converter*. Texas: Texas Instruments.
- Griffith, P. (2011). *Designing Switching Voltage Regulators With the TL494*. Texas: Texas Instruments. Retrieved Mei 3, 2016, from Texas Instrument: <http://www.ti.com/lit/pdf/slva001>
- Hauke, B. (2014). *Basic Calculation of a Boost Converter's Power Stage*. Texas: Texas Instruments.
- Hauke, B. (2015). *Basic Calculation of a Buck Converter's Power Stage*. Texas: Texas Instruments.
- Lee, J. (2015). *Basic Calculation of a Buck Converter's Power Stage*. Hsinchu: Richtek Technology.
- Malvino, A., & J.Bates, D. (2007). *Electronic Principles*. New York: McGraw-Hill.
- Rogers, E. (2002). *Understanding Buck-Boost Power Stages in Switch Mode Power Supplies*. Texas: Texas Instruments.
- Tucker, J. (2007). *Using the TPS5430 as an Inverting Buck-Boost Converter*. Texas: Texas Instruments.

Lampiran 16. Dokumentasi



