

Pengembangan *Trainer* Osilator Analog berbasis IC Op-Amp (Studi Kasus Penelitian R&D di JTE FT UM)

Syifaulyuada^{*1}, Hakkun Elmunsyah², Suwasono³

^{*1}University Center of Excellence on Microelectronics, Institut Teknologi Bandung (ITB)

^{2,3}Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang

syifaulyuada@pme.itb.ac.id

Abstract. Makalah ini merupakan penelitian pengembangan (R&D) yang menghasilkan seperangkat produk media pembelajaran praktikum sistem instrumentasi analog, yaitu pembangkit sinyal (osilator) yang terdiri dari atas produk yakni: (1) alat peraga atau *trainer* yang terdiri atas osilator *Phase Shift RC*; osilator *Wien Bridge*; osilator *Hartley*; osilator *Colpitts*; dan *Astable Multivibrator*. (2) Modul praktikum pegangan dosen dan modul praktikum untuk mahasiswa, serta (3) *Manual Book* yang merupakan petunjuk penggunaan alat peraga. Objek penelitian dilakukan di Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang (JTE FT UM) yang dilatarbelakangi oleh perlunya alat peraga osilator di laboratoriumnya untuk menunjang kelancaran kegiatan pembelajaran. Ketiga produk telah diuji coba baik secara fungsional maupun uji kelayakan pemakaian produk yang dilakukan pada 3 (tiga) kelompok responden yakni: Ahli media, Ahli materi, dan mahasiswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produk telah memenuhi kriteria valid dari para ahli dan mendapat respon positif dari mahasiswa praktikan. Dengan demikian perangkat media yang dikembangkan sudah layak untuk digunakan dalam pembelajaran praktikum.

Kata kunci: Media pembelajaran, Osilator, *trainer board*

1. Pendahuluan

Osilator merupakan salah satu bagian dari sistem elektronika yang berfungsi untuk membangkitkan frekuensi tertentu dalam bentuk sinyal *sinusoid*, kotak (*square*), gigi gergaji (*sawtooth*), atau segitiga. Pada sistem digital, umumnya osilator digunakan sebagai *clock* atau pembangkit pulsa [1-2]. Sementara di jenjang Perguruan Tinggi, materi tentang osilator memang selalu disajikan kepada mahasiswa tingkat I atau tingkat lanjut pada jurusan ilmu rumpun elektro baik nonkependidikan maupun kependidikan [3-5].

Jurusan Teknik Elektro merupakan bagian dari Fakultas Teknik Universitas Negeri Malang yang mana pada setiap tahun selalu dilakukan *upgrade* katalog kurikulum guna mendukung pengembangan IPTEK terkini baik dari segi silabus, penyediaan sarana dan prasarana kuliah, dan buku-buku pedoman perkuliahan. Perubahan tersebut berdasarkan tuntutan perkembangan teknologi, kebutuhan industri, saran para alumnus dan orang tua

serta dari para *stakeholder* yang berkepentingan sehingga diharapkan lulusannya memiliki *skill* yang kompeten.

Mata kuliah instrumentasi industri (kode matkul: PTEL659) dan workshop/praktikum instrumentasi industri (kode matkul: PTEL660) merupakan mata kuliah wajib yang diajarkan pada mahasiswa program S1 [6], sehingga mahasiswa diharuskan untuk menguasai seluruh subbab pada mata kuliah tersebut. Namun pada proses pembelajaran terdapat kesenjangan khususnya pada subbab osilator. Hasil wawancara pada dosen pengampu mata kuliah tersebut menyatakan bahwa kenyataannya, kompetensi yang tercantumdibuku katalogtidak semuanya terlaksana dengan baik karena perangkat media pembelajaran belum tersedia. Selama ini, untuk melaksanakan praktikum osilator mahasiswa terbatas dengan penggunaan *project board* yakni menyambung antar komponen menggunakan kabel *jumper*. Ditemukan kasus seringnya terjadi *trouble* saat proses praktikum, misalnya sinyal terosilasi tidak muncul karena faktor kerenggangan kabel *jumper*, kesalahan dalam penyambungan antar komponen atau beberapa faktor teknis lain. Akibatnya efektivitas pelaksanaan praktikum masih minim karena mahasiswa praktikan lebih sering *trouble shooting* daripada pengambilan data. Ditambah lagi kemampuan mahasiswa pada suatu kelas praktikum berbeda-beda, terdapat mahasiswa yang cekatan dalam proses *jumpering* dan ada pula yang kurang cakap sehingga jam praktikum yang tersedia menjadi kurang efisien. Semua penyebab diatas tentu dapat menjadikan tujuan pembelajaran belum tercapai secara maksimal.

Selanjutnya dosen yang bersangkutan menyarankan agar dikembangkan sebuah *trainer* beserta perangkat ajar yakni modul tercetak dan *manual book* untuk menunjang pembelajaran pada mata kuliah Workshop Instrumentasi Industri dengan harapan dapat mengurangi permasalahan diatas. Media serupa telah diproduksi diluar negeri, namun mendesain media secara mandiri merupakan langkah efektif dan ekonomis. Karena alat dan bahan telah tersedia dipasaran lokal sehingga lebih terjangkau (*low-cost*) dalam proses produksinya dibandingkan dengan membeli *trainer* osilator yang impor dari luar negeri. Kemudian produk penelitian pengembangan telah terverifikasi oleh ahli dilingkungan universitas tersebut, sehingga akan lebih sesuai dengan kompetensi pada silabus perkuliahan dan tujuan pembelajaran, serta lebih menjamin aspek *interactivity*, *robust*, *portability* dan telah mendapat respon positif dari mahasiswa melalui uji coba produk. Berdasarkan permasalahan tersebut maka dilakukan penelitian pengembangan dengan tujuan konkrit untuk merancang, mengimplementasikan rancangan dan melakukan validasi *trainer* osilator beserta perangkat pelengkap berupa modul ajar tercetak yakni modul praktikum untuk mahasiswa dan pegangan dosen serta *manual book* atau buku panduan pelaksanaan praktikum.

Menurut Khosnevis dalam [7] *trainer* merupakan proses simulasi aplikasi membangun model dari sistem nyata atau usulan sistem, melakukan eksperimen dengan model tersebut untuk menjelaskan perilaku sistem, mempelajari kinerja sistem, atau untuk membangun sistem baru sesuai dengan kinerja yang diinginkan. *Trainer* dapat didefinisikan sebagai media pembelajaran merupakan simulasi proses perancangan model dari suatu sistem yang nyata dilanjutkan dengan pelaksanaan eksperimen terhadap terhadap model untuk mempelajari perilaku dari sistem itu sendiri sehingga proses penyaluran informasi kepada peserta didik dapat terlaksana. Kelebihan penggunaan *trainer* sebagai media pembelajaran yakni: (a) Simulasi memungkinkan untuk melakukan studi jangka panjang dalam waktu yang relatif singkat; (b) Simulasi dapat mengestimasi kinerja sistem pada kondisi tertentu dan memberikan alternatif desain terbaik sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan; (c) Simulasi menjadikan tidak adanya resiko saat melakukan eksperimen; dan (d) Sifatnya konkrit dan lebih realistis dalam memunculkan pokok masalah, jika dibandingkan dengan bahasa

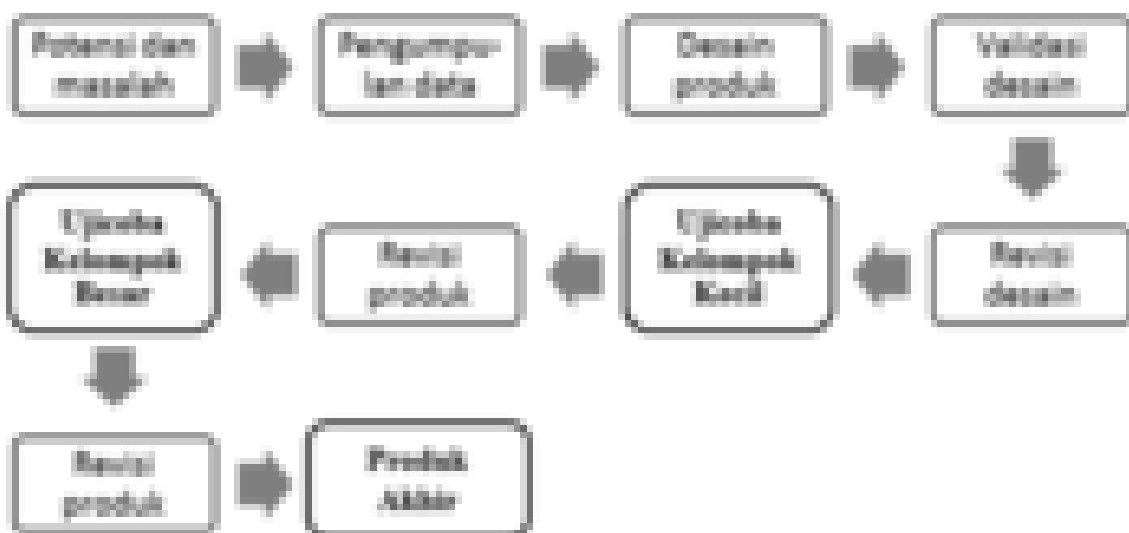
verbal[7].Dapat disimpulkan bahwa *Trainer* adalah alat bantu dalam suatu proses pembelajaran yang dipergunakan pebelajar untuk memperagakan materi pelajaran sehingga materi pembelajaran lebih cepat diterima peserta didik dengan utuh serta menarik minat peserta didik untuk belajar lebih lanjut.

Sedangkan modul praktikum merupakan bahan belajar untuk peserta didik agar dapat belajar mandiri. Didalamnya memuat buku petunjuk atau prosedur kerja suatu kegiatan praktik yang harus dilakukan peserta didik dalam rangka penguasaan kemampuan psikomotorik. Modul praktikum menurut [8] berisi tentang: (1) halaman sampul; (2) kata pengantar; (3) daftar isi; (4) peta kedudukan modul, dan (5) pendahuluan. pendahuluan berisi tentang: (a) deskripsi; (b) prasyarat; (c) petunjuk penggunaan modul; (d) tujuan; (e) diagram pencapaian kompetensi; (f) kegiatan belajar ke-n; (g) evaluasi; (h) pedoman penilaian; (i) daftar pustaka.kegiatan belajar pada poin “f” tersebut berisi tentang: (1) tujuan; (2) materi; (3) lembar kerja praktek. lembar kerja praktek berisi tentang: (a) alat dan bahan; (b) keselamatan dan kesehatan kerja; (c) langkah kerja; (d) lembar pengamatan (hasil, analisis hasil, kesimpulan).

Hasil penelitian ini merupakan sarana untuk memenuhi kompetensi yang harus dikuasai oleh mahasiswa prodi S1 Pendidikan Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Malang (JTE FT UM).

2. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian R&D, penulis menggunakan model *Sugiyono*[9] yang telah disesuaikan dengan objek penelitian. Gambar 1 merupakan tahapan-tahapan penelitian, alasan menggunakan model ini adalah pada bagian uji coba ke praktikan tidak ditentukan berapa jumlah responden, sehingga peneliti dapat menentukan sendiri teknik pemilihan responden. Selain itu langkah-langkah penelitian pada model *Sugiyono* [9] sangat sistematis mulai dari awal sampai akhir sehingga pelaksanaan penelitian dapat ditempuh dengan efektif dalam jangka waktu yang lebih efisien dengan hasil yang dapat dipertanggungjawabkan secara akademik.



Gambar 1. Tahapan penelitian menurut model Sugiyono

Tahap mengidentifikasi “potensi dan masalah”, pada tahap ini dilakukan observasi kenyataan dilapangan dan wawancara ke dosen pembina mata kuliah Workshop Instrumentasi Industri di JTE FT UM dan didapatkan kesimpulan bahwa kompetensi yang tertulis pada katalog belum semua terlaksana karena media untuk praktikum sebagian besar belum tersedia khususnya pada subbab pembangkit sinyal (Osilator). Sehingga dibutuhkan suatu media agar mahasiswa dapat mempraktekkan mata kuliah teori dengan cara yang efektif dan waktu yang efisien. Adapun silabus mata kuliah sasaran penelitian pengembangan ditunjukkan pada Tabel I.

(c)

(d)

Gambar 2. Desain produk R&D (a) *trainer* osilator tampak samping; (b) modul *capacitor* tampak samping (c) tampilan depan *trainer* osilator (d) modul *capacitor* tampak depan

Sementara desain modul cetak yang akan disusun mengacu pada silabus mata kuliah dan indikatornya. Tabel 2 merupakan deskripsi modul praktikum untuk mahasiswa dan modul praktikum pegangan dosen. Namun untuk modul praktikum pegangan dosen, pada halaman terakhir ditambahkan kunci jawaban evaluasi dan pedoman penilaian.

Tabel 2. Deskripsi tentang konten pada modul praktikum

Variabel	Uraian
Deskripsi judul	Berisi tentang nama dan ruang lingkup isi modul, kaitan modul dengan modul lainnya, kompetensi yang akan dicapai setelah menyelesaikan modul, dan manfaat kompetensi tersebut dalam proses pembelajaran.
Prasyarat	Berisi tentang kemampuan awal yang dipersyaratkan untuk mempelajari modul tersebut dan mata kuliah yang harus ditempuh terlebih dahulu sebelum mempelajari tentang osilator.
Petunjuk penggunaan modul,	Petunjuk penggunaan modul ajar terdiri dari modul pegangan dosen sebagai pemelajar dan petunjuk bagi mahasiswa sebagai pembelajar. Berisi tentang langkah-langkah belajar menggunakan <i>trainer</i> osilator beserta perlengkapannya.
Tujuan pembelajaran	Berisi tentang tujuan yang ingin dicapai dalam menyelesaikan modul praktikum osilator pada mata kuliah Workshop Instrumentasi Industri.
Silabus Pembelajaran	merupakan silabus berdasarkan katalog jurusan teknik elektro edisi terbaru.
Diagram Pencapaian Kompetensi	Berisi tentang kedudukan mata kuliah bentuk diagram.
Peta kedudukan modul	Berisi tentang tata letak kedudukan modul praktikum.
Lembar Kerja Praktikum ke-n,	Kegiatan praktikum ini terdiri atas: (a) Tujuan; (b) Dasar Teori; (c) Lembar Praktikum yang terdiri atas: alat dan bahan, K3, langkah percobaan, hasil percobaan, Analisis, Kesimpulan; (d) Latihan; (e) Kunci Jawaban; (f) Daftar Pustaka; dan (g) Rubrik Penilaian.

Setiap lembar kerja praktikum memiliki tujuan sebagai berikut: (1) mahasiswa mampu mengetahui prinsip kerja dan karakteristik osilator-n, (2) mahasiswa mampu merancang rangkaian osilator-n secara teori dengan benar, (3) mahasiswa mampu merangkai dan menguji rangkaian osilator-n secara praktik dengan menggunakan alat ukur, dan (4) mahasiswa mampu membuat analisa dan kesimpulan dari hasil praktikum osilator-n. Adapun soal evaluasi disusun dengan mengacu pada tujuan pembelajaran tersebut.

Dalam pelaksanaan praktikum, mahasiswa akan dinilai dalam tiga ranah, yakni dilihat dari: (1) aspek kognitif dimana penilaian ini diambil dari skor yang didapat dari hasil menjawab soal evaluasi pada modul praktikum; (2) aspek psikomotorik yang didapat dari

skor kebenaran hasil praktek, keselamatan kerja, prosedur kerja dan efektivitas waktu praktikum (skor tertinggi adalah empat dan terendah adalah satu); dan (3) aspek afektif yang didapat dari skor aktif dalam kegiatan praktikum, dapat bekerja sama dengan kelompok, tidak bergurau saat praktikum dan jujur dalam menyajikan data (skor tertinggi adalah empat dan terendah adalah satu). Selanjutnya untuk mengetahui nilai akhir keseluruhan aspek dapat dihitung oleh dosen pengampu mata kuliah yang bersangkutan, misalnya dengan porsi 50% untuk psikomotorik, 30% untuk kognitif dan 20% untuk afektif. Namun sebagai saran, agar aspek-aspek kemampuan yang dimiliki mahasiswa seimbang maka porsi penilaian harus berimbang pula, yakni masing-masing 33,3%.

Setelah dilakukan pembuatan *trainer*, langkah selanjutnya adalah pengujian masing-masing *trainer* untuk memastikan apakah *trainer* yang telah dikembangkan telah sesuai dengan perhitungan teori atau tidak. Penulis telah melakukan penurunan rumus dari masing-masing osilator yang telah dibahas dalam makalah lainnya [10]. Hasil pengujian fungsional ini ditunjukkan pada Tabel 9, Tabel 10, Tabel 11 dan Tabel 12. Berikut merupakan persamaan masing-masing osilator yang telah dikembangkan (keterangan: phi atau $\pi = 3.14$), hasil perhitungan teori dibandingkan dengan data praktikum.

$$f = \frac{1}{2\pi RC} \quad [\text{Wien bridge}] \quad (1)$$

$$f = 1 / (2.1976 RC) \quad [\text{Astable multivibrator}] \quad (2)$$

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{CL_T}} \quad [\text{Hartley}] \quad (3)$$

Dengan $L_T = L_1 + L_2$

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_T}} \quad [\text{Colpitts}] \quad (4)$$

Dengan $C_T = \frac{C_1 \times C_2}{C_1 + C_2}$

Tahap “validasi desain”, Proses validasi dilakukan dengan cara memberikan angket kepada ahli (*expert*) mediayang dipilih karenakompetensinya atau *track record* pengalamannya dalam menilai produk pembelajaran ahli materi sebagai narasumber. Dari validasi ini diperoleh dua jenis data yakni data kualitatif yang merupakan penilaian berupa kritik dan saran. Sedangkan data kuantitatif adalah angka validitas yang didapat dari perhitungan statistik dari angket. Produk yang divalidasi adalah: (1) *Trainer*, (2) Modul praktikum pegangan dosen, (3) Modul praktikum untuk mahasiswa, dan (4) Petunjuk penggunaan alat atau *manual book*).

Tahap “revisi desain”, pada tahap ini dilakukan revisi berdasarkan data kuantitatif dan kualitatif dari ahli media dan ahli materi. Tahap selanjutnya adalah “uji coba kelompok kecil” yang dilakukan kepada mahasiswa program S1 Pendidikan Teknik Elektro JTE FT UM dengan syarat mereka sudah menempuh mata kuliah Workshop Instrumentasi Industri. Jumlah mahasiswa uji coba adalah 5 orang. Tujuan dari validasi ini untuk mengetahui bagaimana respon mereka selaku peserta didik atas pemanfaatan produk hasil penelitian pengembangan ini. Instrumen yang digunakan adalah berupa angket yang isinya respon mahasiswa terhadap:

(1) *Trainer*, (2) modul praktikum pegangan dosen, (3) modul praktikum untuk mahasiswa, dan (4) *manual book*.

Tahap “revisi produk”, setelah proses uji coba kelompok kecil, maka didapatkan data kualitatif dan kuantitatif tentang respon mahasiswa. Pada tahap ini juga dilakukan konsultasi kepada dosen pengampu mata kuliah untuk membantu mengarahkan dalam perbaikan produk apabila terdapat kekurangan dari produk penelitian pengembangan.

Tahap “uji lapangan” atau kelompok besar, produk penelitian pengembangan telah tervalidasi oleh para ahli dan beberapa mahasiswa pada kelompok kecil, selanjutnya produk siap untuk diuji-cobakan dalam kelompok besar yakni mahasiswa program S1 Pendidikan Teknik Elektro JTE FT UM, yang sudah menempuh Workshop Instrumentasi Industri (PTEL 660), berjumlah 34 orang. Kemudian adalah revisi akhir produk berdasarkan data-data dari validator dan uji coba kelompok besar. Tahap “produk akhir”, setelah *Trainer*, modul praktikum pegangan dosen, modul praktikum untuk mahasiswa, dan *manual book* telah sesuai standar (valid) maka kegiatan penelitian pengembangan ini telah selesai, artinya produk telah siap digunakan dalam pembelajaran.

Data-data yang diperoleh dari skor angket kemudian di analisis dengan menggunakan teknik data persentase menurut Akbar [11]. Rumus untuk mengolah data ahli materi/media mengacu pada Persamaan (5), sedangkan untuk responden pengguna (mahasiswa) merujuk pada Persamaan (6),

$$V_a = \frac{T_{Se}}{T_{Sh}} \times 100\% \quad (5)$$

$$V_p = \frac{T_{Se}}{T_{Sh}} \times 100\% \quad (6)$$

Keterangan:

V_a: Validitas dari ahli, **V_p**: Validitas dari pengguna, **100%**: Kontanta, **T_{Sh}**: Total skor maksimal yang diharapkan, **T_{Se}**: Total skor empiris (hasil validasi dari validator)

Tabel 3. Pedoman penentuan kelayakan media

No	Kriteria Validitas	Tingkat Validitas
1	81,26 % - 100,00%	Sangat Valid, atau dapat digunakan tanpa revisi
2	62,51 % - 81,25 %	Cukup Valid, atau dapat digunakan namun perlu revisi kecil
3	43,76 – 62,50 %	Kurang valid, disarankan tidak dipergunakan karena perlu revisi besar
4	25,00 % - 43,75 %	Tidak valid, atau tidak boleh dipergunakan

Kriteria validitas dilakukan dengan proses sebagai berikut: Jumlah item validasi untuk ahli materi adalah 24 item, sehingga skor maksimal apabila validator memberi skor 4 semua untuk seluruh item adalah $24 \times 4 = 96$. Skor terendah adalah $24 \times 1 = 24$, selanjutnya dimasukkan ke persamaan 1 sehingga $(24/96) \times 100\% = 25\%$ untuk persentase minimal, dan 100% untuk persentase maksimal. Selisih skor maksimal dan minimal adalah 75%. Menggunakan konversi skala Likert dengan empat tingkatan, maka kita membuat kriteria

validitas menjadi empat kelas interval. Besar interval antar kelas diperoleh dengan membagi selisih skor maksimal dan skor minimal menjadi empat, berarti 18,75%.

Peneliti dapat menentukan sendiri kriteria validitas disesuaikan dengan banyaknya item dalam instrumen dan cara menilai membuat skornya. Berdasarkan perhitungan tersebut, maka ditetapkan kriteria presentase dengan pedoman interpretasi yang digunakan ditunjukkan pada Tabel 3 yakni merupakan pedoman dalam pengambilan keputusan dari analisis data dan menentukan kesimpulan dari apa yang telah tercapai. Perangkat pembelajaran yang terdiri atas *trainer*, modul ajar cetak dan *manual book* dapat dipergunakan dalam proses belajar mengajar apabila sudah mencapai kriteria cukup validan 81,26 % - 100,00%.

A. Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Kegiatan penelitian dilaksanakan dari awal bulan Februari sampai dengan bulan Juni dan dilakukan di:

1. Laboratorium elektronika (Lab. Elka) dan Laboratorium elektronika digital (Lab. Eldig) di JTE FT UM sebagai tempat *soldering*, instalasi dan pengkabelan (*wiring*), dan pengujian menggunakan alat ukur.
2. Bengkel mekanik gedung G4 JTE FT UM sebagai tempat pengerjaan box dari *trainers* oscillator.
3. Kampus ITB sebagai tempat diseminasi produk penelitian pengembangan.

B. Desain Penelitian Pengembangan

Terdapat dua jenis validasi yang digunakan, yakni validasi deskriptif kualitatif dan kuantitatif dengan persentase skor validitas. Hal ini dilakukan untuk menjelaskan kelayakan dari produk yang dihasilkan. Pelaksanaan uji kelayakan dilakukan dengan menyerahkan angket kepada ahli materi dan ahli media untuk melakukan penilaian dan memutuskan layak atau tidaknya *trainer* yang telah dibuat. Uji coba pemakaian dilakukan setelah ada keputusan dari ahli media dan ahli materi, jika keduanya memutuskan layak maka uji coba pemakaian dilakukan melalui dua tahapan yaitu uji coba kelompok kecil dan uji coba kelompok besar.

Subjek validasi dalam penelitian ini terpilih dua *expert*, yakni satu ahli media dan satu dosen pengampu mata kuliah Program Studi Pendidikan Teknik Elektro JTE FT UM sebagai ahli materi. Subjek pada uji coba ini merupakan sampel acak yang diambil dari seluruh mahasiswa JTE FT UM pada Prodi S1 Pendidikan Teknik Elektro yang telah menempuh mata kuliah Workshop Instrumentasi Industri sebagai populasi.

C. Jenis Data

Terdapat dua jenis data yang didapatkan dalam penelitian ini, yakni data kuantitatif yang merupakan persentase dan nilai rata-rata dari angket, data tersebut didapatkan dari penilaian validitas produk penelitian pengembangan dari validator berupa angka 4,3,2, dan 1. Sementara data kualitatif merupakan tanggapan/kritik/saran yang diberikan oleh validator berkaitan dengan produk hasil penelitian pengembangan tersebut.

D. Instrumen Pengumpulan Data

Instrumen yang digunakan untuk mengumpulkan data yaitu kuisioner/angket tertutup, yakni kuisioner yang telah disediakan pilihan jawabannya sehingga responden tinggal memilih jawaban sesuai hanya dengan memberi tanda cek pada kolom-kolom jawaban yang telah disediakan (*Check list*).

Arikunto [12] menyatakan bahwa sebelum menyusun angket ada beberapa prosedur

yang harus dilalui yaitu:

- a. Merumuskan tujuan yang akan dicapai dengan angket. Rumusan dari tujuan yang akan dicapai dalam angket ini adalah untuk mengetahui kelayakan *trainerosilator*, modul praktikum dan *manual book*.
- b. Mengidentifikasi variabel yang akan dijadikan sasaran angket. Variabel tersebut adalah tingkat kelayakan atau validitas media pembelajaran.
- c. Menjabarkan setiap variabel menjadi subvariabel yang lebih spesifik dan tunggal (indikator atau subindikator).
- d. Menentukan jenis data yang akan dikumpulkan, sekaligus untuk menentukan teknik analisisnya yang dalam hal ini adalah data kuantitatif dan kualitatif.

Kuisisioner yang telah disusun diberikan kepada validator yang telah dipilih sebelumnya dan juga kepada mahasiswa sebagai subjek uji coba.

3. Hasil dan Pembahasan

Produk yang dihasilkan

Produk yang dihasilkan dalam penelitian pengembangan ini adalah *trainer* osilator yang dilengkapi dengan modul praktikum untuk mahasiswa, modul praktikum pegangan dosen dan *manual book* untuk menunjang pembelajaran pada mata kuliah Workshop Instrumentasi Industri di JTE FT UM dengan subbahasan pembangkit sinyal.

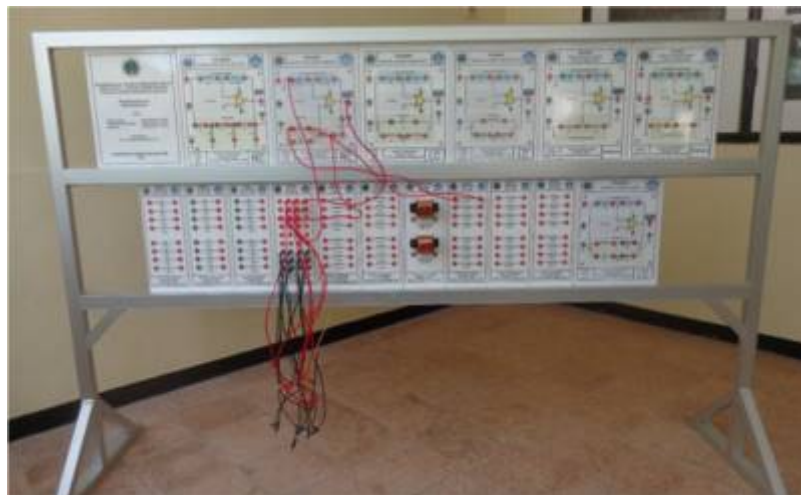
Terdapat tiga jenis *trainer* yang dikembangkan, yakni jenis osilator *feedback RC*, *feedback LC* dan Relaksasi. Untuk jenis osilator RC yakni: (a) *Phase shift RC*; (b) *Wien bridge* [13]. Untuk osilator LC [14] yakni: (c) *Hartley*; (d) *Colpitts*. Sedangkan untuk osilator Relaksasi yakni: (e) *Astable multivibrator* [15]. Sinyal *output* pada *trainer* osilator ini hanya dapat dilihat menggunakan alat ukur *oscilloscope* dan *frequency counter*.



(a)

(b)

Gambar 3 (a) Hasil *printing* PCB dari *trainer* osilator; (b) PCB yang telah dikemas terintegrasi dengan *casing* dari *trainer* osilator



Gambar 4. *Trainer* osilator yang telah dikembangkan

Layout PCB dibuat menggunakan bantuan perangkat lunak *Eagle* versi *free* dan hasil tercetaknya pada *single layer* ditunjukkan pada Gambar 3(a) sedangkan hasil akhir (setelah proses *soldering* dan *wiring*) ditunjukkan pada Gambar 3(b). Box untuk *trainer* osilator

terbuat dari dua bahan *Acrylic*, pada bagian depan adalah *milik acrylic* dengan tebal 5 mm dan *glass acrylic* pada bagian belakang dengan tebal 4mm. Gambar 4 merupakan hasil penelitian pengembangan dan spesifikasinya ditunjukkan pada Tabel 4. Total terdapat enam belas buah modul *hardware* yang terdiri atas lima buah *trainer*, tiga buah modul *resistor*, tiga buah modul *capacitor*, tiga buah modul *inductor* dan satu buah tempat *jumper*.

Penulis menggunakan IC *general Op-Amp* yakni LM741 dengan alasan karena harga IC terjangkau dan mudah dicari dipasaran elektronik Indonesia, terutama di daerah Malang, Jawa Timur. Sehingga apabila terjadi *trouble* pada IC dapat diselesaikan dengan segera. *Resistor* dipilih dari jenis *metalfilm* karena memiliki toleransi yang lebih kecil dibandingkan jenis *carbon*. Sedangkan *capacitor* dipilih dari jenis *Mylar*. Untuk lebih presisi dapat dipergunakan dari jenis *Tantalum*.

Modul praktikum untuk mahasiswa berisi kegiatan belajar yang memberikan informasi kepada mereka tentang karakteristik dan prinsip kerja osilator serta mempraktikkannya dalam lembar kerja yang telah disediakan. Dengan kegiatan belajar tersebut diharapkan mahasiswa memiliki kompetensi dalam rangka penguasaan kompetensi sistem instrumentasi industri, serta memiliki kemampuan yang memadai untuk dapat mengaplikasikan rangkaian osilator pada suatu sistem tertentu. *Manual book* berisi tentang spesifikasi *trainer* osilator, kesehatan dan K3, fungsi masing-masing blok, langkah-langkah dalam mengoperasikan *trainer* dengan baik dan benar. Tujuannya adalah untuk mempermudah kegiatan belajar agar dalam proses praktikum dapat berjalan maksimal.

Tabel 4. Spesifikasi produk trainer yang telah dikembangkan

Parameter	Keterangan
Kuantitas produk	<ul style="list-style-type: none"> • Osilator <i>Phase shift RC</i> • Osilator <i>Wien bridge</i> • Osilator <i>Hartley</i> • Osilator <i>Colpitts</i> • <i>Astable multivibrator</i> • Modul R 1 kΩ & 10 kΩ • Modul R 2 kΩ & 20 kΩ • Modul R 3 kΩ & 30 kΩ • Modul C 10nF & 100nF • Modul C 1 μF & 10 μF • Modul C 100 μF & 1000 μF • Modul L 100 μH • Modul L 50 μH & 200 μH • Modul L 1000Wdg & 500 Wdg • <i>Jumper trainer</i> osilator <p>Masing-masing modul disediakan sebanyak 1 buah, sehingga jumlah total adalah 16 buah modul</p>
<i>Integrated Circuit (IC)</i>	IC OP-AMP 741
Tegangan untuk VCC & VEE	Maksimum +12 Volt Maksimum -12 Volt
Warna nyala /ukuran LED indikator	merah/ 3mm

Warna pindari <i>banana plug</i>	<ul style="list-style-type: none"> • VCC: Merah • VEE: Hitam • GND: Hijau
Body	<i>Full acrylic</i>
Stiker	Vynil susu + Glossy
Printed Circuit Board (PCB)	PCB <i>Fiber lapis Silver</i>
Rentang frekuensi osilator	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Phase shift RC</i>: 6,5 Hz – 6,5kHz • <i>Wien bridge</i>: 53Hz – 16 kHz • <i>Hartley</i>: 35 Hz – 11 kHz • <i>Colpitts</i>: 1 kHz – 4 kHz • <i>Astable multivibrator</i>: 15 Hz – 46 kHz
Spesifikasi resistor	Resistor tetap / <i>metalfilm</i> /0,5Watt
Spesifikasi kapasitor	<ul style="list-style-type: none"> • Kapasitor <i>mylar</i> • Kapasitor <i>electrolit</i>, tegangan maksimum: +25 V_{DC}



Gambar 5 Produk buku tercetak: *manual book* (kiri), modul praktikum untuk mahasiswa (tengah) dan modul praktikum pegangan dosen (kanan)

Pengoperasian Produk

Langkah pertama yang dilakukan peserta didik dalam melaksanakan kegiatan praktikum adalah menyiapkan semua alat dan bahan praktikum termasuk alat ukur, modul praktikum, dan telah memahami petunjuk praktik pada lembar *jobsheet* dan juga membaca *manual book* secara seksama. Selanjutnya, mahasiswa melakukan aktivitas *plug* dan *play* dari modul RLC ke *trainer* -ilustrasi ditunjukkan pada Gambar 6(a)-kemudian penyambungan ke alat ukur dan penyambungan ke power suplai. Praktikan melihat hasil sinyal *output* dari osilator seperti ditunjukkan oleh alat ukur pada *oscilloscope* (Gambar 6(b)) dan *frequency counter*, kemudian memasukkan kedalam tabel percobaan.

Tabel 5 merupakan kebutuhan modul RLC pada masing-masing praktikum. Di JTE FT UM, jumlah *oscilloscope* digital sangat terbatas. Atas dasar itulah *oscilloscope* analog dipergunakan sebagai referensi praktikum (hanya untuk melihat bentuk sinyal), untuk melihat angka yang lebih detail dipergunakan alat ukur *frequency counter*.

Pada proses berikutnya, peserta didik mengganti komponen *resistor*, *capacitor* atau

inductor sesuai tabel percobaan, sehingga tidak diperbolehkan mengganti R/L/C sesuai keinginan, karena tidak semua kombinasi menghasilkan osilasi seperti pada praktikum osilator *Hartley* dan *Colpitts* [14]. Setelah mendapatkan data, praktikan harus melakukan analisis hasil percobaan dan terakhir diharuskan untuk menarik kesimpulan dari pelaksanaan praktikum yang telah dilakukan. Selain itu, praktikan diwajibkan untuk mengerjakan soal-soal evaluasi yang telah tersedia pada modul praktikum.



(a)



(b)

Gambar 6. (a) Ilustrasi pengoperasian produk dengan cara *plug and play* (b) hasil *output* sinyal osilator yang ditunjukkan oleh alat ukur *oscilloscope*

Validasi Produk

Merujuk pada metode penelitian pengembangan, produk diujikan kepada tiga subyek coba, diantaranya yaitu ahli media, ahli materi, dan praktikan (mahasiswa), data kuantitatif yang dihimpun diperoleh dari isian instrument angket. Hasil validasi per-produk ditunjukkan pada Tabel 6, Tabel 7 dan Tabel 8.

Tabel 5. Kebutuhan media praktikum

Praktikum Osilator	C 10nF	C 100nF	C 1µF	C 10µF	C 100µF	C 1000µF	R 1kΩ	R 10kΩ	R 2kΩ	R 20kΩ	R 3kΩ	R 30kΩ	L 1000Wdg	L 500Wdg
<i>Phase shift RC</i>														
<i>Wien bridge</i>														
<i>Hartley</i>														
<i>Colpitts</i>														
<i>Astable multivibrator</i>														

Tabel 6. Data hasil ahli media untuk penilaian trainer

No	Pernyataan	Persentase penilaian Ahli Media	Kriteria
1	<i>Trainer</i> berfungsi dengan baik	100%	SV
2	<i>Trainer</i> efektif digunakan dalam pembelajaran	75%	V

3	<i>Trainer</i> dilengkapi dengan lampu indikator VCC dan VEE dan berfungsi dengan baik	100%	SV
4	Kabel penghubung berfungsi dengan baik	100%	SV
5	<i>Trainer</i> mudah digunakan dan sederhana dalam pengoperasiannya	75%	V
6	Ketepatan komposisi (gambar rangkaian, sumber tegangan, alat ukur, komponen, lampu indikator, keterangan)	75%	V
7	Keterangan komponen dan banana port pada <i>trainer</i> ditampilkan dengan jelas	100%	SV
8	Keterangan sumber tegangan dan output ditampilkan secara jelas	100%	SV
9	Warna banana plug pada <i>trainer</i> sudah sesuai	100%	SV
10	Gambar rangkaian pada <i>trainer</i> memperjelas pemahaman penggunaan	100%	SV
11	Tulisan pada <i>trainer</i> jelas terbaca	100%	V
12	Pemilihan bahan pada <i>trainer</i> berkualitas	100%	SV
13	Frekuensi output dari <i>trainer</i> telah sesuai dengan teori dasar perhitungan frekuensi pada masing-masing oscilator	100%	SV
14	Ukuran <i>trainer</i> tepat (tidak terlalu kecil dan tidak terlalu besar)	100%	SV
15	Desain <i>trainer</i> menarik secara keseluruhan	75%	V
Total		93,33%	SV

Keterangan = SV: sangat valid, V: valid

Tabel 7. data hasil ahli media dan ahli materi untuk penilaian manual book

No	Pernyataan	Persentase penilaian ahli media	Persentase penilaian ahli materi
1	Menyebutkan keterangan masing-masing pin banana pada <i>trainer</i>	75%	100%
2	Gambar dan warna pada buku petunjuk penggunaan jelas dan menarik	100%	100%
3	Bahasa dalam buku petunjuk penggunaan <i>trainer</i> jelas sehingga mudah dimengerti	100%	75%
4	Buku petunjuk penggunaan <i>trainer</i> disusun secara sistematis	100%	-
5	Daftar isi ditampilkan secara jelas	75%	-
6	Buku petunjuk penggunaan <i>trainer</i> mudah untuk dipahami	-	100%
Total		90%	93,75

Tabel 8. Data hasil ahli media untuk penilaian modul pegangan dosen dan modul praktikum mahasiswa

No	Pernyataan	Persentase penilaian ahli media	Persentase penilaian ahli materi
1	Tujuan sesuai dengan silabus pembelajaran	100%	100%
2	Kesesuaian materi dalam jobsheet dengan tujuan pembelajaran workshop instrumentasi industri	100%	-
3	Materi prasyarat dinyatakan dengan jelas	100%	-
4	Peta kedudukan modul dinyatakan dengan jelas	100%	-
5	Langkah-langkah K3 dijelaskan dengan jelas	100%	-
6	Ketepatan judul bab dengan isi materi	100%	-
7	Uraian materi mudah dipahami	75%	-
8	Materi pada modul ini disusun secara sistematis	100%	100%
9	Materi pada jobsheet sesuai dengan tingkat pemahaman mahasiswa	100%	-
10	Keterangan alat dan bahan disebutkan dengan jelas	100%	75%
11	Langkah percobaan ditampilkan secara sistematis dan memperjelas praktikum	100%	100%
12	Paragraf disusun dengan baik	100%	100%
13	Gambar rangkaian pada modul sesuai dengan isi materi	100%	100%
14	Gambar dan warna menambah ketertarikan mahasiswa	100%	-
15	Dengan modul yang dikembangkan ini pembelajaran lebih interaktif	75%	-
16	Rubrik penilaian dinyatakan dengan jelas	100%	100%
17	Bahasa dalam modul komunikatif	75%	100%
18	Modul menarik secara keseluruhan	100%	-
19	Modul praktikum oscilator mudah digunakan	-	100%
20	Modul praktikum oscilator dapat digunakan untuk belajar mandiri	-	100%
21	Modul praktikum oscilator sesuai tingkat pemahaman mahasiswa	-	100%
22	Petunjuk penggunaan modul praktikum sudah ditampilkan	-	100%
23	Daftar isi sudah tersusun dengan baik.	-	100%
24	Dasar teori sudah ditampilkan	-	100%
25	Materi prasyarat dinyatakan dengan jelas	-	100%
26	Peta kedudukan modul dinyatakan dengan jelas	-	100%
27	K3 ditampilkan dengan jelas	-	100%
28	Ketepatan judul bab dengan isi materi	-	100%
29	Soal latihan ditampilkan secara jelas	-	100%
30	Soal latihan sesuai dengan tujuan pembelajaran	-	100%
31	Daftar pustaka ditampilkan jelas	-	100%

32	Sesuai dengan kaidah penulisan PPKI UM	-	100%
Total		95,83%	98,86%

Sedangkan grafik validitas media per-responden ditunjukkan pada Gambar 8 dengan skala grafik dimulai dari 50,00% sampai 100,00%. Secara rinci dijabarkan berikut:

1. Validasi Ahli Media

Hasil uji coba dilakukan kepada ahli media sebanyak dua kali dengan menggunakan instrumen angket 37 item pertanyaan. Berdasarkan hasil hitung didapatkan persentase skor ahli media: (1) aspek efektivitas 91,67%; (2) aspek kemudahan 93,75%; (3) aspek kesesuaian 100%; (4) aspek kelengkapan 100%; (5) aspek interaktivitas 90,38%.

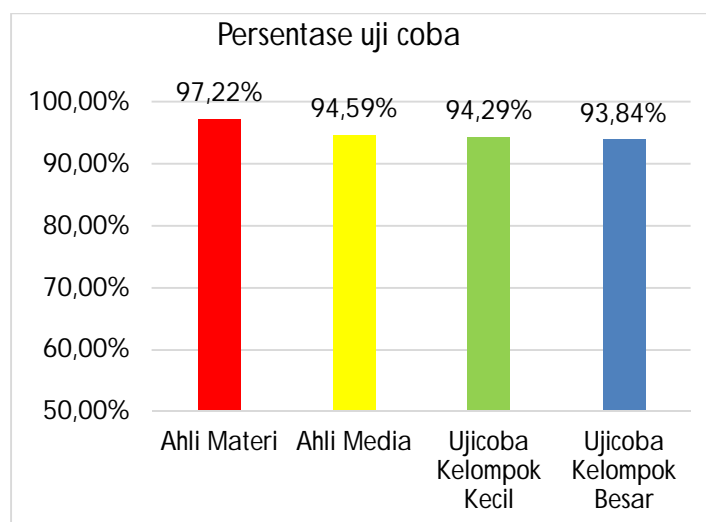
2. Validasi Ahli Materi

Hasil uji coba dilakukan kepada ahli materi sebanyak dua kali dengan menggunakan instrumen angket 27 item pertanyaan. Berdasarkan hasil hitung didapatkan persentase skor ahli materi: (1) aspek kesesuaian 100%; (2) aspek kelengkapan 95,83%; (3) aspek kemudahan 100%; (4) aspek kejelasan 95%.

3. Uji Coba Kelompok Kecil dan Besar

Subyek uji coba kelompok kecil dan besar ini adalah mahasiswa S1 Pendidikan Teknik Elektro JTE FT UM yang baru saja menempuh mata kuliah Workshop Instrumentasi Industri dengan menggunakan instrumen angket 35 item pertanyaan. Sebanyak 5 (Lima) orang dikelompokkan kecil dan 34 (tiga puluh empat) orang dikelompokkan besar.

Berdasarkan hasil hitung didapatkan persentase skor uji coba kelompok kecil: (1) aspek kemudahan 95%; (2) aspek kejelasan 95,67%; (3) aspek kesesuaian 91,67%; (4) aspek tampilan 92,50%; (5) aspek kemenarikan 92,50%. Kemudian Berdasarkan hasil hitung didapatkan persentase skor uji coba kelompok besar: (1) aspek kemudahan 94,85%; (2) aspek kejelasan 93,77%; (3) aspek kesesuaian 93,38%; (4) aspek tampilan 93,38%; (5) aspek kemenarikan 93,01%.



Gambar 8. Presentase rata-rata validitas produk penelitian pengembangan: 94,59% untuk ahli media 97,22% untuk ahli materi dan 94,29% untuk uji coba kelompok kecil dan 93,84% untuk uji coba kelompok besar.

Merujuk kriteria validitas pada Tabel 3, maka keseluruhan data hasil tersebut dinyatakan sangat valid, yakni masuk dari rentang 85,01% - 100% sehingga media pembelajaran (mencakup *trainer* dan perangkat pendukung) telah dapat dipergunakan dalam pelaksanaan praktikum osilator pada mata kuliah Workshop Instrumentasi Industri di JTE FT UM.

4. Kesimpulan

Penelitian pengembangan ini dilatarbelakangi oleh ketidaksetediaan media pembelajaran pembangkit sinyal (osilator) pada salah satu mata kuliah praktikum yang diajarkan pada mahasiswa JTE FT UM, yakni mata kuliah Workshop Instrumentasi Industri. Pengembangan *trainer* osilator ini merupakan salah satu solusi untuk menunjang pembelajaran praktikum yang bertujuan untuk membangun sebuah pola pikir dan kerangka pikir dari mahasiswa dalam mempelajari materi pada mata kuliah yang bersangkutan.

Trainer osilator yang telah dikembangkan adalah: (a) *Phase shift RC*; (b) *Wien bridge*; (c) *Hartley*; (d) *Colpitts*; dan (e) *Astable multivibrator*. Perangkat *trainer* dilengkapi dengan modul praktikum pegangan dosen, modul untuk mahasiswa dan *manual book*. Ketiga produk penelitian tersebut telah tervalidasi dan mendapat respon positif dari mahasiswa praktikan (sangat valid).

Daftar Pustaka

- S. Fuada, "Perancangan sistem control pada prototip pengering kerupuk berbasis IC digital menggunakan *software* Proteus 7.0," *J. Setrum*, Vol. 6(2), pp. 88-96, Juni 2017.
- S. Fuada and F.T. Aquari, "Square wave generator circuit analysis using Matlab approach," *Int. J. of Engineering Sciences & Research Technology (IJESRT)*, Vol. 2(2), pp. 371-382, February 2013.
- S. Fuada and A.H. Salman, "Virtual labs of analog oscillator," *Int. J. of Online Engineering (IJOE)*, Vol. 12(8), pp. 31-32, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.3991/ijoe.v12i08.5911>
- S. Fuada and A.W. Wibowo, "Desain dan implementasi *virtual laboratory* materi osilator analog berbasis IC OP-AMP," *J. Elkomika*, Vol. 4(2), pp. 134-147, Desember 2016.
- A.W. Wibowo and S. Fuada, "Media pembelajaran *analog oscillator virtual laboratory*," *J. Telematika*, Vol. 13(1), pp. 23-30, January 2016.
- Silabus Workshop Instrumentasi Industri (PTEL 660). Katalog Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Malang, pp 120.
- Suryani, "Pemodelan & Simulasi," Yogyakarta: Graha Ilmu, 2006.
- Daryanto, "Menyusun Modul: Bahan ajar untuk persiapan guru dalam mengajar," Yogyakarta: Gava Media, 2006.
- Sugiyono, "Metode Penelitian Pendidikan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D," Bandung: Alfabeta, 2011.
- S. Fuada, "Pengujian Validitas Alat Peraga Pembangkit Sinyal (Oscillator) untuk Pembelajaran Workshop Instrumentasi Industri," *Proc. of Seminar Nasional Pendidikan (SEMNASDIK)*, pp. 854-861, November 2015.
- S. Akbar, "Instrumen Perangkat Pembelajaran," Bandung: PT Remaja Rosdakarya, 2011.
- S. Arikunto, "Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik (Edisi Revisi 2010)". Jakarta: PT Rineka Cipta, 2010.
- S. Fuada, "Pengujian Trainer Oscilator Wien Bridge dengan Menggunakan Osciloskop dan Frekuensi Counter". *Proc. of Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Aplikasinya (SENTIA)*. Vol. 6, pp. A32-A36, Juni 2014.

- S. Fuada, H. Elmunsyah and Suwasono, "Design and Fabrication of LC-Oscillator Tool Kits Based Op-Amp for Engineering Education Purpose," *Indonesian J. of Electrical Engineering and Computer Science*, Vol. 1(1), pp. 88-100, January 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.11591/ijeecs.v1.i1.pp88-100>
- S. Fuada, "Pembuatan Trainer Board Astable Multivibrator (AM) Sebagai Media Pembelajaran," *Jurnal Nasional Teknik Elektro (JNTE)*, Vol. 5(2), pp. 244-251, Juli 2016.