

## Meta Analisis Pengaruh Problem Based Learning dan Virtual Laboratory Terhadap Hasil Belajar Siswa

**Deno Puyada<sup>1\*</sup>, Rusnardi Rahmat Putra<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Doktor Pendidikan Teknologi Kejuruan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

\*Corresponding author, e-mail: deno.pyd@gmail.com

**Abstrak**— Sebuah meta-analisis dilakukan untuk mensintesis penelitian yang ada membandingkan efek Problem Based Learning dan virtual laboratory versus instruksi tradisional pada hasil belajar siswa. Enam puluh tiga penelitian ditempatkan dalam meta analysis ini, dan hasilnya menunjukkan bahwa Problem Based Learning dan virtual laboratory lebih efektif daripada metode instruksional. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Problem Based Learning dan virtual laboratory jelas memiliki efek yang lebih positif pada belajar siswa daripada metode instruksional.

**Kata kunci:** *Virtual Laboratory, Hasil Belajar, Problem Based Learning*

**Abstract**— A meta-analysis was conducted to synthesize existing studies comparing the effects of Problem Based Learning and virtual laboratory versus traditional instructional media on student learning outcomes. Sixty-three studies were placed in this meta-analysis, and the results showed that Problem Based Learning and virtual laboratory learning media were more effective than instructional methods. The results of this study indicate that Problem Based Learning and virtual laboratory learning media clearly have a more positive effect on student learning than instructional methods.

**Keywords :** *Virtual Laboratory, Students Achievement, Problem Based Learning*



This is an open access article distributed under the Creative Commons 4.0 Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. ©2018 by Author and Universitas Negeri Padang

### I. PENDAHULUAN

Mutu pendidikan perlu ditingkatkan dengan adanya pembaharuan dibidang pendidikan. Salah satu caranya adalah melalui peningkatan kualitas pembelajaran yaitu dengan pembaharuan pendekatan atau peningkatan

media pembelajaran yang tepat dapat menunjang tersampaikan materi ke siswa dengan baik. Pentingnya media yang membantu pembelajaran sudah mulai dirasakan oleh guru dan siswa. Pengelolaan alat bantu pembelajaran sudah sangat dibutuhkan. Salah satu media pembelajaran yang baik yaitu menggunakan media yang interaktif. Media pembelajaran dapat disajikan secara tekstual, animasi, video, dan gambar. Perpaduan

penyajian tersebut diharapkan siswa lebih termotivasi dan merasa tidak cepat bosan.

Media pembelajaran merupakan salah satu komponen pembelajaran yang dapat membantu guru dalam proses pembelajaran. Pemanfaatan media seharusnya merupakan bagian yang harus dalam setiap karena itu guru/fasilitator perlu mempelajari bagaimana menetapkan media pembelajaran agar dapat mengefektifkan pencapaian tujuan pembelajaran dalam proses pembelajaran. Metode pembelajaran menggunakan media dalam pembelajaran sangatlah menentukan keberhasilan dalam proses pembelajaran. Pemilihan media yang tepat akan mengakibatkan perubahan orientasi belajar mengajar dari guru sebagai

*Received 12/06/2018, Revised 08/07/2018, Accepted 24/07/2018*

sumber informasi ke arah orientasi belajar siswa aktif mencari informasi dari berbagai media [1][2].

Proses belajar mengajar kehadiran media mempunyai arti yang cukup penting. Ketidakjelasan bahan yang disampaikan tersebut dapat dibantu dengan menghadirkan media sebagai perantara. Kerumitan bahan yang akan disampaikan kepada siswa dapat disederhanakan dengan bantuan media. Media dapat mewakili apa belum disampaikan guru melalui kata-kata atau kalimat tertentu. Bahkan keabstrakan bahan dapat dikonkretkan dengan kehadiran media. Dengan demikian, anak didik lebih mudah memahami dan menguasai bahan dari pada tanpa bantuan media [1].

Media adalah suatu sarana atau perangkat yang berfungsi sebagai perantara atau saluran dalam proses komunikasi antara komunikator dan komunikan [3]. Media disebut juga alat peraga yang membantu proses memperagakan sesuatu [4]. Jadi dari pengertian media di atas dapat dikatakan bahwa media sebagai penghubung antara sumber informasi kepada penerima informasi, penerimaan informasi tersebut akan dapat dipahami jika penerima dan sumber berada dalam daerah pengalaman dan pengetahuan yang sama. Pesan yang ada pada sebuah media bisa dimengerti oleh penerima.

Komputer merupakan alat bantu mengajar yang dapat memberikan ilustrasi, grafik dan animasi yang menarik. Komputer diharapkan mampu menjadi media alternatif untuk mengefektifkan pembelajaran karena aplikasi dalam komputer mampu menghadirkan suasana belajar yang nyaman dan kemungkinan mendapat respons positif siswa cukup besar. Pada kenyataannya, pemanfaatan media pembelajaran berbasis komputer disekolah tidak seiring dengan perkembangan dan kemajuan teknologi informasi yang dapat digunakan untuk mendukung penyampaian media pembelajaran. Penyampaian materi yang memerlukan media, apabila disampaikan tanpa media akan menjadikan siswa cepat bosan dalam proses pembelajaran.

Teknologi komputer telah banyak digunakan dalam pendidikan selama lebih dari empat puluh tahun. Lebih khusus lagi, virtual laboratory sebagai teknologi instruksional telah umum digunakan dalam pendidikan. Berdasarkan meta analysis yang telah dilakukan pada penelitian dari tahun 2008 hingga 2018, ditemukan beberapa masalah kenapa virtual labor sangat diperlukan, diantaranya; Biaya tinggi yang khas dari laboratorium teknik tradisional, yang seringkali

bertentangan dengan sinkronisasi aktivitas laboratorium dan ceramah, telah mengkatalisis peningkatan adopsi laboratorium virtual dalam pendidikan teknik laboratorium [5], penyusunan dan biaya perawatan instrumen yang tinggi untuk menyediakan laboratorium di universitas yang anggarannya terbatas [6], Siswa hanya belajar apa yang telah dikatakan oleh guru mereka atau apa yang mereka dengar. Dalam gaya pengetahuan para siswa ini sebagian besar bergantung pada keterampilan oratoris dan tingkat pengetahuan guru. Pengetahuan mendalam tentang subjek akan kurang antara siswa karena gangguan dan banyak masalah lainnya [7], IPK siswa yang diperoleh tidak dapat mencerminkan kompetensi keahlian, dan mereka kurang kompeten dalam pengajaran dan penguasaan bahan ajar, khususnya di bidang keahlian. Meski proses pembelajaran dilakukan dengan berbagai metode, ada 39% dosen masih menggunakan metode ceramah, dan kebanyakan dipusatkan pada dosen (teacher-centered learning) [8], Sulit untuk mengetahui bagaimana menyusun pelajaran. Ada kecenderungan akademisi untuk meniru lingkungan dan pelajaran belajar dunia nyata [9], Menyediakan sejumlah besar mahasiswa sarjana dalam disiplin ilmu dengan melibatkan, pengalaman laboratorium yang otentik itu penting, namun menantang [10], Untuk kelas yang besar proporsi siswa akan (a) melamun, (b) menghadiri kuliah secara santai, (c) mendengarkan iPod, (d) pesan instan di telepon seluler, atau (e) bermain laptop. Proporsi siswa yang mencatat dibandingkan yang tidak [11], Karena masalah anggaran dan / atau keamanan, beberapa institusi telah mengembangkan laboratorium elektronik power virtual yang sebagian besar berbasis pada pendekatan e-learning atau berbasis Web. Meskipun simulasi dan laboratorium virtual menawarkan suplemen berharga untuk ceramah formal, namun teknik ini tidak menekankan implementasi perangkat keras dan aspek fisik system [12], Mengingat bahwa persentase daya listrik yang diolah melalui konverter daya terus bertambah, kurikulum tradisional yang berfokus pada mesin listrik handal untuk sistem daya ac besar tidak lagi sesuai [13], Bereksperimen dengan sistem elektronika daya, pengetahuan prasyarat tentang banyak masalah praktis dan blok bangunan elektronika yang agak rumit diperlukan. Mengingat terbatasnya waktu yang tersedia, laboratorium elektronika multidisipliner merupakan tantangan. Misalnya untuk melakukan percobaan dengan sistem umpan balik, peralatan pengukuran tambahan diperlukan seperti analisa jaringan dan

emulator beban elektronik. Instrumen ini mahal dan, sayangnya, mudah rusak di tangan yang tidak terampil [14].

Dari beberapa penelitian pun menawarkan solusi tentang penerapan Problem Based Learning dan virtual laboratory, diantaranya; inovasi berbagi presentasi PowerPoint animasi yang digunakan dalam operasi pengajaran dan teknik manajemen rantai suplai dan konsep melalui pertukaran menjadi Problem based learning dan virtual laboratory [15], Penggunaan sumber daya elektronik melalui virtual laboratory [16], Problem-Based Learning (PBL) dengan topik konverter dc / dc dan dc / ac dalam mata kuliah elektronika daya [17], Pembelajaran Berpusat pada Siswa seperti Problem based learning dalam Mata Kuliah Teknologi Rekayasa Daya, Kegiatan Berorientasi untuk Meningkatkan Mata Kuliah pertemuan pertama pada Power Electronics [18], PBL dan pembelajaran kooperatif [19], Application of Problem-Based Learning (PBL) [20], PBL dalam program Sarjana Elektronik Kelistrikan [21], Menggunakan PBL untuk Meningkatkan Hasil Pendidikan dan Kepuasan Siswa dalam Mengajar [17], Design-Oriented, Problem-Based Learning Method [22].

PBL dalam pendidikan tinggi terus dilihat dapat diterima dalam menghasilkan lulusan kompetensi; khususnya di bidang pendidikan teknik. Oleh karena itu, sejalan dengan sebagian besar kampanye lembaga pendidikan untuk meningkatkan kualitas pengajaran dan pembelajaran, penelitian ini dirancang untuk mengeksplorasi efektivitas model PBL dan media pembelajaran virtual laboratory, dari konteks teoritis dan empiris.

## II. MEDIA PEMBELAJARAN VIRTUAL LAB

Virtual Lab didefinisikan sebagai eksperimen laboratorium tanpa laboratorium nyata dengan dinding dan pintu. Ini memungkinkan pelajar untuk menghubungkan antara aspek teoritis dan yang praktis, tanpa kertas dan pena. Virtual Lab ini secara elektronik diprogram di komputer untuk mensimulasikan eksperimen nyata di dalam laboratorium sungguhan [23][24]. Selain itu, Virtual Lab didefinisikan sebagai sebuah lingkungan belajar dan belajar virtual bertujuan untuk mengembangkan keterampilan laboratorium siswa. Biasanya, halaman Virtual Lab memiliki halaman utama & banyak tautan, yang terkait dengan kegiatan laboratorium & pencapaiannya [25][26]. Laboratorium virtual dapat didefinisikan sebagai belajar melalui lingkungan virtual lab

yang merangsang siswa merasakan seperti laboratorium nyata. Virtual Lab memberikan siswa alat, bahan dan lab set di komputer untuk melakukan eksperimen secara subjektif atau dalam kelompok di mana saja dan kapan saja [27][28].

Laboratorium virtual dianggap sebagai dukungan utama dalam pembelajaran elektronik di bidang ilmiah & terapan [29]. Ini melalui penggunaan program elektronik yang berbeda yang mensimulasikan eksperimen pada komputer dengan menggunakan gambar yang berbeda, yang mengekspresikan eksperimen yang akan dilakukan. karakteristik tertentu dari laboratorium virtual adalah sebagai berikut; Menciptakan model intelektual baru dalam pendidikan lebih baik daripada yang nyata, dan lebih indah dari imajinasi; Membangun pengetahuan dan menanamkan informasi; Mendorong dan membimbing siswa; Mendaftarkan informasi siswa dan mengevaluasinya secara otomatis; Melakukan percobaan, yang sulit dilakukan di lab tradisional karena bahaya dan biaya tinggi; Mengurangi waktu belajar yang dihabiskan di lab tradisional; Kembangkan eksplorasi berdasarkan asumsi dan proses ilmiah; Diperbarui secara permanen [30][31].

## III. METODE PROBLEM BASED LEARNING

Pembelajaran berbasis masalah (PBL) didasarkan atas teori psikologi kognitif, terutama berlandaskan teori Piaget dan Vigotsky (*konstruktivisme*) [32]. Menurut *konstruktivisme*, siswa belajar mengkonstruksi pengetahuannya melalui interaksi dengan lingkungannya [33]. PBL merupakan model pembelajaran yang menantang siswa untuk “belajar bagaimana belajar”, bekerja secara berkelompok untuk mencari solusi dari permasalahan dunia nyata. Pada pembelajaran berbasis masalah, masalah dimunculkan sedemikian rupa hingga siswa perlu menginterpretasi masalah, mengumpulkan informasi sebagai bantuan yang diperlukan, mengevaluasi alternative solusi, dan mempresentasikan solusinya [34][35]

*Problem Based Learning* (PBL) merupakan pembelajaran yang penyampaian dilakukan dengan cara menyajikan suatu permasalahan, mengajukan pertanyaan-pertanyaan, memfasilitasi penyelidikan dan membuka dialog [36]. Permasalahan yang di kaji hendaknya merupakan permasalahan kontekstual yang ditemukan oleh peserta didik dalam kehidupan sehari-hari.

Permasalahan harus dipecahkan dengan menerapkan beberapa konsep dan prinsip yang secara simultan dipelajari dan tercakup dalam kurikulum mata pelajaran [37][38].

Untuk pembelajaran berbasis masalah terdiri dari: a) Perencanaan pembelajaran berbasis masalah. Pembelajaran berbasis masalah adalah model pengajaran yang menggunakan masalah sebagai fokus untuk mengembangkan keterampilan pemecahan masalah, konten (konten), dan pengendalian diri. Selama Pembelajaran Berbasis Masalah, pemecahan satu masalah spesifik adalah tujuan dari pelajaran. Tanggung jawab untuk memecahkan masalah terletak pada siswa, dan dosen memandu proses pemecahan masalah. Merencanakan pelajaran untuk

Pembelajaran Berbasis Masalah dimulai ketika suatu topik diidentifikasi oleh tujuan pembelajaran yang dinyatakan. Perencanaan berlanjut dengan memilih satu masalah yang akan menjadi fokus dari pelajaran. Proses ini selesai ketika ada akses ke materi yang memungkinkan siswa menemukan solusi untuk masalah tersebut; b) Investigasi adalah proses untuk secara sistematis menjawab pertanyaan berbasis bukti.

Model inkuiri didasarkan pada metode ilmiah dan dirancang untuk memberikan siswa latihan dalam penelitian ilmiah. Pelajaran menggunakan Model Investigasi dimulai dengan pertanyaan yang telah dijawab oleh siswa secara sementara (dihipotesiskan). Data tersebut kemudian dikumpulkan, yang memungkinkan penilaian hipotesis. Pelajaran ditutup ketika siswa membuat generalisasi penilaian hipotesis mereka. Model permintaan dapat dimodifikasi agar efektif dalam berbagai bidang material.

Modifikasi primer terjadi dalam cara pengumpulan data untuk menyelidiki hipotesis; c) Beradaptasi pengajaran berbasis masalah dalam lingkungan belajar yang berbeda Pembelajaran Berbasis Masalah dapat digunakan dengan anak-anak muda dengan menghadirkan isu-isu spesifik dan konkrit serta memberikan siswa bimbingan yang diperlukan untuk memecahkan masalah dengan sukses. Ketika melakukan aktivitas Berbasis Masalah Belajar bersama siswa yang memiliki latar belakang yang berbeda, upaya harus dikerahkan untuk memastikan siswa memiliki pengetahuan awal yang diperlukan untuk menyelidiki masalah dengan sukses.

Kegiatan Belajar Berbasis Masalah mengambil keuntungan dari efek motivasi rasa ingin tahu dan tantangan, tugas otentik, dan keterlibatan dan

otonomi. Memulai kegiatan dengan satu masalah akan mendorong rasa ingin tahu dan tantangan, tugas-tugas otentik yang menghubungkan materi abstrak dengan dunia nyata, otonomi serta keterlibatan tercipta ketika kegiatan dilakukan; d) Menilai pembelajaran dalam kegiatan berbasis masalah. Penilaian alternatif sangat berharga dalam mengevaluasi Pembelajaran Berbasis Masalah. Oleh karena itu, penilaian memberi dosen bagaimana menilai hasil dari proses. Penilaian kinerja, pengamatan sistematis, daftar periksa, dan peringkat skala memberi masukan informatif kepada dosen dan siswa tentang kemajuan belajar. Studi kasus memberikan cara tambahan untuk menilai pembelajaran dalam pelajaran Investigasi. Dengan memberi siswa sebuah kasus Berdasarkan Inquiry, dosen dapat menilai proses berbagai komponen Penyelidikan.

Strategi belajar berbasis masalah memiliki beberapa karakteristik antara lain sebagai berikut. Belajar dimulai dengan suatu permasalahan; a) Permasalahan yang diberikan harus berhubungan dengan dunia nyata siswa; b) Mengorganisasikan yang diberikan harus berhubungan dengan dunia nyata; c) Mengorganisasikan pembelajaran di seputar permasalahan; d) Menggunakan kelompok kecil; e) Menuntut siswa untuk mendemonstrasikan apa yang telah dipelajarinya dalam bentuk produk dan kinerja [39].

Masalah dalam bentuk studi kasus sangat berguna untuk PBL karena dapat dijadwalkan dan diprogram untuk kebutuhan instruksional. Dalam pendidikan, proses ini diadaptasi dan diubah sehingga tugas akan diberikan kepada siswa, dan siswa menemukan bahwa mereka perlu belajar pengetahuan ilmiah baru untuk memecahkan masalah yang diberikan. Masalah dapat ditugaskan dari buku teks sebagai tugas ekstensi. Kami berfungsi sebagai penyelenggara konten dan pengetahuan, kontekstualisasi lingkungan pembelajaran, pemikiran/penalaran stimulator, dan motivator pembelajaran. Metodologi PBL tidak memerlukan buku teks dan mendorong siswa untuk berpikir di luar kebiasaan. PBL adalah salah satu model pembelajaran yang berpusat pada siswa yang memenuhi persyaratan untuk pendidikan teknis di masa depan.

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kajian ini telah mereview 100 jurnal dalam melihat apakah terdapat pengaruh antara PBL dan virtual laboratory terhadap hasil belajar siswa. Tetapi, pada bab ini peneliti hanya melistkan 20 jurnal dari 100 jurnal yang telah direview. Hasil

dari meta-analisis ini menunjukkan bahwa PBL dan virtual laboratory memiliki efek positif yang cukup pada pencapaian siswa dibandingkan dengan metode tradisional. Berikut 20 jurnal yang menunjukkan hasil yang positif terhadap pengaruh PBL dan virtual laboratory dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 hasil yang positif terhadap pengaruh PBL dan virtual laboratory

Author	Year
Darwish [40]	2013
Rajagopalan [41]	1998
Oriti [42]	-
Debebe [43]	1995
Jiménez-Martínez [44]	2005
Riehl [45]	2014
P. Buer [46]	2005
Paugam [47]	2010
Pires [48]	2011
Laugis [49]	2007
P. Bauer [50]	2008
Taufik [51]	2007
Ferreiro [52]	2015
Dfronik [53]	2002
Marseda [54]	2015
Hren [55]	2011
Gourmaj [56]	2017
Hamar [57]	2005
Malaoui [58]	2017
Hurley [59]	2005

## V. KESIMPULAN

*Problem Based Learning* (PBL) merupakan pembelajaran *student center learning* yang penyampaian dilakukan dengan cara menyajikan suatu permasalahan, mengajukan pertanyaan, memfasilitasi penyelidikan dan membuka dialog. Dengan memadukan PBL dan media pembelajaran virtual laboratory, dapat membuat pembelajaran lebih berfokus pada siswa dan meningkatkan hasil belajar siswa. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa *Problem Based Learning* dan virtual laboratory jelas memiliki efek yang lebih positif pada belajar siswa daripada metode instruksional.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Bauer And V. Fedak, "Teaching Electrical Drives And Power Electronics: Elearning And Beyond," *Automatika*, Vol. 51, No. 2, Pp. 166–173, 2010.
- [2] Ahyanuardi, Hambali, And Krismadinata, "Pengaruh Kompetensi Pedagogik Dan Profesional Guru Sekolah Menengah Kejuruan Pasca Sertifikasi Terhadap Komitmen Guru Melaksanakan Proses Pembelajaran," *J. Inov. Vokasional Dan Teknol.*, Vol. 18, No. 1, Pp. 67–74, 2018.
- [3] N. Hosseinzadeh And M. R. Hesamzadeh, "A Course In Power System Analysis Based On Project Based Learning Methodology," *2009 Ieee Power Energy Soc. Gen. Meet.*, Pp. 1–6, 2009.
- [4] A. Kuznietsov And S. Kovalev, "Development Of An Electric Vehicle As A Framework For Interdisciplinary Problem Based Learning Curriculums," *2014 Ieee Int. Electr. Veh. Conf. Ievc 2014*, 2015.
- [5] I. E. Achumba, D. Azzi, V. L. Dunn, And G. A. Chukwudebe, "Intelligent Performance Assessment Of Students' Laboratory Work In A Virtual Electronic Laboratory Environment," *Ieee Trans. Learn. Technol.*, Vol. 6, No. 2, Pp. 103–116, 2013.
- [6] W. J. Shyr, "Multiprog Virtual Laboratory Applied To Plc Programming Learning," *Eur. J. Eng. Educ.*, Vol. 35, No. 5, Pp. 573–583, 2010.
- [7] L. Rajendran, R. Veilumuthu, And J. Divya, "A Study On The Effectiveness Of Virtual Lab In E-Learning.," *Int. J. Comput. Sci. Eng.*, Vol. 2, No. 6, Pp. 2173–2175, 2010.
- [8] H. Tambunan, A. Dalimunte, And M. Silitonga, "Scenario Based E-Learning In Electrical Engineering Education," *Int. Educ. Stud.*, Vol. 10, No. 3, P. 26, 2017.
- [9] S. Cobb, R. Heaney, O. Corcoran, And S. Henderson-Begg, "The Learning Gains And Student Perceptions Of A Second Life Virtual Lab," *Biosci. Educ.*, Vol. 13, No. 1, Pp. 1–9, 2009.
- [10] S. De Lusignan, "Evaluation Of An Adaptive Virtual Laboratory Environment Using Western Blotting For Diagnosis Of Disease," *Inform. Prim. Care*, Vol. 20, No. 2, Pp. 77–79, 2012.
- [11] J. Eison And D. Ph, "Using Active Learning Instructional Strategies To Create Excitement And Enhance Learning," P. 20, 2010.
- [12] S. Choi And M. Saedifard, "An Educational Laboratory For Digital Control And Rapid Prototyping Of Power Electronic Circuits," *Ieee Trans. Educ.*, Vol. 55, No. 2, Pp. 263–270, 2012.
- [13] M. J. Duran, F. Barrero, A. Pozo-Ruz, F. Guzman, J. Fernandez, And H. Guzman, "Understanding Power Electronics And Electrical Machines In Multidisciplinary Wind Energy Conversion System Courses," *Ieee Trans. Educ.*, Vol. 56, No. 2, Pp. 174–182, 2013.
- [14] A. Abramovitz, "Teaching Behavioral Modeling And Simulation Techniques For Power Electronics Courses," *Ieee Trans. Educ.*, Vol. 54, No. 4, Pp. 523–530, 2011.
- [15] M. D. Treleven, R. J. Penlesky, And C. A. Watts, "Teaching Operations And Supply Chain Electronic Exchange Of Files," Vol. 5, No. 6, Pp.

- 763–770, 2012.
- [16] A. Tella, F. Orim, D. M. Ibrahim, And S. A. Memudu, “The Use Of Electronic Resources By Academic Staff At The University Of Ilorin, Nigeria,” *Educ. Inf. Technol.*, Vol. 23, No. 1, Pp. 9–27, 2018.
- [17] F. Martinez-Rodrigo, L. C. H. Lucas, S. De Pablo, And A. B. Rey-Boue, “Using Pbl To Improve Educational Outcomes And Student Satisfaction In The Teaching Of Dc / Dc And Dc / Ac Converters,” *Ieee Trans. Educ.*, Vol. 60, No. 3, Pp. 1–9, 2017.
- [18] C. Fernández, P. Zumel, M. Sanz, A. Lázaro, And A. Barrado, “Description And Assessment Of Activities Oriented To Enhance A First Course On Power Electronics,” *Ieee Trans. Educ.*, Vol. 54, No. 4, Pp. 531–539, 2011.
- [19] F. Martínez, L. C. Herrero, And S. De Pablo, “Project-Based Learning And Rubrics In The Teaching Of Power Supplies And Photovoltaic Electricity,” *Ieee Trans. Educ.*, Vol. 54, No. 1, Pp. 87–96, 2011.
- [20] N. Hosseinzadeh And M. R. Hesamzadeh, “Application Of Project-Based Learning (Pbl) To The Teaching Of Electrical Power System Engineering,” *Ieee Trans. Educ.*, Vol. 55, No. 4, Pp. 495–501, 2012.
- [21] I. S. Hussain And S. Jaafar, “Linking Knowledge And Industry Needs Through Problem-Based Learning In Power Electronics Course,” *2016 Ieee 8th Int. Conf. Eng. Educ. Enhancing Eng. Educ. Through Acad. Collab. Iceed 2016*, Pp. 16–21, 2017.
- [22] Z. Zhang, C. T. Hansen, And M. A. E. Andersen, “Teaching Power Electronics With A Design-Oriented, Project-Based Learning Method At The Technical University Of Denmark,” *Educ. Ieee Trans.*, Vol. Pp, No. 99, P. 1, 2015.
- [23] J. H. Su, S. C. Wang, C. S. Lee, And J. J. Chen, “Enhanced Problem-Based Learning Of Power Converter Theories And Implementations With Behavior Model Simulations,” *Proc. - Front. Educ. Conf. Fie*, Pp. 13–18, 2007.
- [24] L. Cheewyai, W. Cheah, A. K. Chowdhury, And C. Gulden, “Engineering Sustainable Software: A Case Study From Offline Computer Support Collaborative Annotation System,” *2015 9th Malaysian Softw. Eng. Conf. Mysec 2015*, Pp. 272–277, 2016.
- [25] J. Su And Y. Chen, “A Web-Based E-Learning Platform For Power Electronics Courses,” *Sci. Technol.*
- [26] S. Choi, M. Saedifard, And R. Shenoy, “A Modern Educational Power Electronics Laboratory To Enhance Hands-On Active Learning,” *Asee Annu. Conf. Expo. Conf. Proc.*, 2011.
- [27] S. Kabra, H. Dua, And A. Kapoor, “Development Of E-Learning Based Module For Teaching Practicals In Electronics To Science And Engineering Students In India,” *Proc. Ieee Int. Conf. Teaching, Assess. Learn. Eng. Learn. Futur. Now, Tale 2014*, No. December, Pp. 173–174, 2015.
- [28] D. Tesoro-Martinez, T. U. G. Jr, And H. S. Taylor, “Multimedia Tools For Teaching Basic Electronics,” Vol. 3, No. 2, Pp. 23–34, 2014.
- [29] S. Wang, “The 2014 International Power Electronics Conference Photovoltaic Generation System,” Pp. 3778–3783, 2014.
- [30] M. F. Rahman, K. V Baburaj, And L. Zhong, “For Teaching Power Electronics And Drives,” Pp. 751–756, 1998.
- [31] D. Nafpaktitis, D. Triantis, P. Tsiakas, C. Stergiopoulos, And K. Ninos, “Using New Technologies For Teaching Power Electronics And Assessing Students,” *2006 1st Ieee Int. Conf. E-Learning Ind. Electron. Icelie*, Pp. 125–129, 2006.
- [32] T. Vlad And D. Pitica, “Implementing Some Fundamental Electronics Concepts Using Project Based Learning In Educational Platforms,” *2015 38th Int. Spring Semin. Electron. Technol.*, Vol. 2015–Septe, Pp. 510–515, 2015.
- [33] R. Gonzalez-Rubio, A. Khoumsi, M. Dubois, And J. P. Trovao, “Problem- And Project-Based Learning In Engineering: A Focus On Electrical Vehicles,” *2016 Ieee Veh. Power Propuls. Conf. Vppc 2016 - Proc.*, 2016.
- [34] D. G. Lamar, P. F. Miaja, M. Arias, A. Rodríguez, M. Rodríguez, And J. Sebastián, “A Project-Based Learning Approach To Teaching Power Electronics: Difficulties In The Application Of Project-Based Learning In A Subject Of Switching-Mode Power Supplies,” *2010 Ieee Educ. Eng. Conf. Educon 2010*, Pp. 717–722, 2010.
- [35] W. L. Tse And W. L. Chan, “Application Of Problem-Based Learning In An Engineering Course,” *Int. J. Eng. Educ.*, Vol. 19, No. 5, Pp. 747–753, 2003.
- [36] I. J. Oleagordia, M. Barrón, J. I. S. Martín, And F. J. Asensio, “Active Methodology Applied In Engineering By Pbl. Ii-Development,” *Proc. Xi Technol. Apl. A La Ensen. La Electron. (Technologies Appl. To Electron. Teaching), Tae 2014*, 2014.
- [37] D. G. Lamar *Et Al.*, “Experiences In The Application Of Project-Based Learning In A Switching-Mode Power Supplies Course,” *Ieee Trans. Educ.*, Vol. 55, No. 1, Pp. 69–77, 2012.
- [38] D. G. Lamar, P. F. Miaja, M. Arias, A. Rodríguez, M. Rodríguez, And J. Sebastián, “A Project-Based Learning Approach To Teaching Power Electronics,” Pp. 717–722, 2010.
- [39] Wei Jiang, Fangyan Yu, And Yueping Mo, “A Problem Oriented Model For Teaching Power Electronic Circuits,” *2013 Ieee 10th Int. Conf. Power Electron. Drive Syst.*, Pp. 142–146, 2013.

- [40] M. Darwish And C. Marouchos, "Simulation Levels In Teaching Power Electronics," *Proc. Univ. Power Eng. Conf.*, 2013.
- [41] "Multimedia Based Learning Systems For Power Electronics V. Rajagopalan' Fellow Ieee."
- [42] G. Oriti, A. L. Julian, and R. Cristi, "Hardware Laboratories for Power Electronics and Motor Drives Distance Learning Courses Dan Zulaica," *Electronics*, pp. 2229–2236.
- [43] K. Debebe and V. Rajagopalan, "A Learning Aid for Power Electronics with Knowledge Based Components," *IEEE Trans. Educ.*, vol. 38, no. 2, pp. 171–176, 1995.
- [44] J. M. Jiménez-Martínez, F. Soto, E. de Jódar, J. A. Villarejo, and J. Roca-Dorda, "A new approach for teaching power electronics converter experiments," *IEEE Trans. Educ.*, vol. 48, no. 3, pp. 513–519, 2005.
- [45] R. R. Riehl, J. A. C. Ulson, A. L. Andreoli, and A. F. Alves, "A new approach for teaching power electronics in electrical engineering courses," *2014 17th Int. Conf. Electr. Mach. Syst.*, pp. 3573–3578, 2014.
- [46] P. Bauer, B. Davat, V. Fedak, and V. Hajek, "Educational visualization for teaching power electronics," *IEEE Power Electron. Educ. Work. 2005*, vol. 2005, pp. 45–51, 2005.
- [47] C. Paugam *et al.*, "Electrical vehicles project: A method to learn power electronics for a non-specialized engineer?," *2010 IEEE Veh. Power Propuls. Conf. VPPC 2010*, 2010.
- [48] V. F. Pires, A. J. Pires, and O. P. Dias, "Self-learning as a tool for teaching power electronics BT - 2011 5th IEEE International Conference on E-Learning in Industrial Electronics, ICELIE 2011, November 7, 2011 - November 10, 2011," pp. 104–108, 2011.
- [49] J. Laugis and V. Vodovozov, "Universities Collaboration in Teaching Power Electronics Keywords Theory and Simulation in Teaching Power Electronics," *Computer (Long. Beach. Calif.)*, pp. 1–8, 2007.
- [50] P. Bauer, "Distance laboratory for teaching power electronics - Part II DC-AC," *11th IEEE Work. Control Model. Power Electron. COMPEL 2008*, pp. 1–7, 2008.
- [51] T. Taufik, "Work in progress - Improving learning using industry supported project in power electronics course," *Proc. - Front. Educ. Conf. FIE*, pp. 3–4, 2007.
- [52] A. L. Ferreira, A. A. N. Melendez, A. M. Cao-Paz, J. M. Acevedo, and M. Castro, "A B-learning new approach applied to a practical power electronics converters course," *Proc. - Front. Educ. Conf. FIE*, vol. 2014, 2015.
- [53] U. Drogenik and J. W. Kolar, "Interactive Power Electronics Seminar (iPES)-a web-based introductory power electronics course employing Java-applets," *Power Electron. Spec. Conf. 2002. pesc 02. 2002 IEEE 33rd Annu.*, vol. 2, pp. 443–448 vol.2, 2002.
- [54] F. J. Maseda, I. Martija, and I. Martija, "An active learning methodology in power electronic education," *Proc. - Front. Educ. Conf. FIE*, vol. 2015–Febru, no. February, pp. 0–4, 2015.
- [55] A. Hren, F. Mihalič, and M. Milanovič, "Project based teaching of electromagnetics in power electronics course," *Prz. Elektrotechniczny*, vol. 87, no. 3, pp. 200–204, 2011.
- [56] M. Gourmaj, A. Naddami, A. Fahli, and D. Nehari, "Teaching power electronics and digital electronics using personal learning environments: From traditional learning to remote experiential learning," *Int. J. Online Eng.*, vol. 13, no. 8, pp. 18–30, 2017.
- [57] J. Hamar, H. Funato, S. Ogasawara, O. Dranga, and C. K. Tse, "Multimedia based E-learning tools for dynamic modeling of DC-DC converters," *Proc. IEEE Int. Conf. Ind. Technol.*, vol. 2005, pp. 17–22, 2005.
- [58] A. Malaoui *et al.*, "Implementation and validation of a new strategy of online practical works of power electronics for embedded systems," *Int. J. Online Eng.*, vol. 13, no. 4, pp. 29–44, 2017.
- [59] W. G. Hurley, S. Member, and C. K. Lee, "Development, Implementation, and Assessment of a," vol. 48, no. 4, pp. 567–573, 2005.

### BiodataPenulis

**Deno Puyada**, lahir di Manggopoh pada tanggal 2 Desember 1989. Menyelesaikan pendidikan sarjana di Universitas Negeri Padang program studi Pendidikan Teknik Elektro pada tahun 2013 dan program studi Teknik Informatika di STMIK Triguna Utama pada tahun 2018. Tahun 2016 memperoleh gelar Magister Pendidikan Teknik, dengan konsentrasi Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Padang. Mahasiswa program Doktor Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Universitas Negeri Padang angkatan tahun 2016.

