

## MODEL SIMULASI BERBASIS PROYEK: SIMULASI EFEKTIFITAS DAN PRAKTICALITAS PEMBELAJARAN ANALISIS SISTEM TENAGA LISTRIK

Rahmaniar<sup>1</sup>, Agus Junaidi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Pembangunan Panca Budi

<sup>2</sup>Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Negeri Medan

<sup>1</sup> [rahmaniar@dosen.pancabudi.ac.id](mailto:rahmaniar@dosen.pancabudi.ac.id), <sup>2</sup> [agusjunaidi@unimed.ac.id](mailto:agusjunaidi@unimed.ac.id)

### Abstrak

Penelitian ini membahas tentang model simulasi yang dirancang untuk menguji efektifitas dan praktikalitas pembelajaran Analisis Sistem Tenaga Listrik (AST). Model didesain sebagai alat untuk proses analisis dari persamaan matematis untuk memperoleh informasi hasil. Model simulasi untuk Uji Efektifitas dan Praktikalitas pembelajaran dirancang melalui deskripsi keadaan suatu sistem secara matematis, kemudian disusun blok diagram yang mewakili persamaan. Efektifitas pembelajaran dapat diamati melalui hasil belajar peserta didik melalui *t-test* untuk menguji dua konsep model pembelajaran pada dua kelas yang berbeda (kelas eksperimen dan kelas kontrol). Kepraktisan sebuah konsep baik itu model atau produk dalam pembelajaran dapat diuji melalui tanggapan pengguna. Uji Efektifitas dan praktikalitas di bentuk dengan menyusun blok *main mapping* yang diimplementasikan dalam sebuah pemodelan dan simulasi. Hasil Uji efektifitas dan praktikalitas diambil dari proses pembelajaran matakuliah Analisis Sistem Tenaga Listrik (AST) di Perguruan Tinggi. Alat bantu untuk menyusun blok model dan simulasi uji Efektifitas dan praktikalitas menggunakan perangkat lunak *Simulink Matlab*. Perangkat ini memiliki performansi yang baik dalam melakukan analisis dari pemodelan sistem. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Uji Efektifitas dan Praktikalitas dengan konsep pemodelan dan simulasi menggunakan *simulink matlab*, dapat digunakan dalam mengukur tingkat efektifitas dan kepraktisan pembelajaran AST.

**Kata kunci:** Model, Simulasi, Efektifitas, Praktikalitas, Matlab

### Abstract

*This study discusses the simulation model designed to test the effectiveness of learning in the Electric Power System Analysis (EPSA) course. The model is designed as a tool for the analysis process of mathematical equations to obtain information on results. Simulation models for the Test of Effectiveness and Practicality of learning are designed through mathematical description of the state of a system, then compiled block diagrams that represent equations. The effectiveness of learning can be observed through student learning outcomes through *t-test* to test two concepts of learning models in two different classes (experimental class and control class). The practicality of a concept be it a model or product in learning can be tested through the Aikens V approach of user responses. The effectiveness and practicality test is formed by constructing the main mapping block which is implemented in a modeling and simulation. The effectiveness and practicality test results are taken from the learning process of Electricity Power System Analysis (EPSA) courses in higher education. A tool for constructing model blocks and test simulations Effectiveness and practicality can use Simulink Matlab software, because these devices have good performance in analyzing system modeling. The results showed that the Test of Effectiveness and Practicality with the concept of modeling and simulation using matlab simulink, can be used in measuring the level of effectiveness and practicality of EPSA learning.*

**Keywords:** Model, Simulation, Effectiveness, Practicality, Matlab

## PENDAHULUAN

Penerapan teknologi khususnya simulasi komputer menjadi bagian penting dalam pengembangan mutu pembelajaran di abad 21. Dunia pendidikan terus melakukan inovasi dalam meningkatkan mutu dan kualitas pembelajaran dalam menghadapi tantangan pembelajaran era disrupsi teknologi (Higgs, 2012). Peran teknologi dapat efektif dalam meningkatkan kompetensi peserta didik (Farhad, 2014; Ghavifekr 2015), dan menjadi *tools* yang ampuh dalam mengubah sikap dan perilaku belajar peserta didik kearah perubahan yang lebih maksimal (Abbas, 2017; Peter 2017).

Pendidikan yang berkualitas akan menghasilkan keberhasilan dalam menguatkan kompetensi lulusan, terdapat 8 indikator yang menjadi kesuksesan dalam penyelenggaraan pendidikan (Yani Iriani, 2010), yaitu (1) Tata Kelola dan Organisasi internal (2) Kualifikasi Tenaga Pendidik (3) Sarana dan Prasarana (4) Aktifitas Kemahasiswaan (5) Kurikulum (6) Proses Pembelajaran (7) Abatomi mahasiswa (8) Keuangan.

Pada aspek proses pembelajaran, kualitas proses pembelajaran dapat di terapkan dengan melakukan inovasi pembelajaran menggunakan alat bantu simulasi komputer, khususnya pada bidang rekayasa analisis sistem tenaga listrik (Jordi, 2010; Rahmaniari, 2017). Produk-produk dalam bentuk simulasi dapat membantu peserta didik mengembangkan ketrampilan berpikir dalam menyelesaikan masalah, pada bidang stabilitas sistem tenaga listrik (Jose, 2013; Agus, 2017). Penelitian yang mengkaji tentang peningkatan kualitas dan pengalaman belajar secara aktif pada matakuliah mesin-mesin listrik di Perguruan Tinggi, dilakukan dengan proses tutorial menggunakan alat bantu *software* bentuk simulasi menggunakan *Matlab* dikelas dan dilaboratorium. Konsep yang dibangun dalam upaya meningkatkan pengalaman belajar siswa secara praktis dan ketrampilan berpikir kritis (Moussavi, 2010; Saghafinia. 2013).

Mekanisme pemodelan dan simulasi diterapkan dalam proses pembelajaran bidang kajian sistem proteksi (Mappalotteng, 2013). Model dan simulasi di uji pada beberapa rangkaian eksperimen dilaboratorium berbantuan perangkat lunak ETAP. Pembelajaran berbantuan simulasi mengukur tingkat motifasi belajar mahasiswa. Bahan kajian yang dibahas dalam penelitian adalah pemodelan jaringan, aliran daya dan analisis arus hubungan singkat dan proteksi *Over Current (OC)* serta koordinasi relay proteksi telah disajikan menggunakan komputer berbantuan perangkat lunak di ETAP menunjukkan motifasi belajar peserta didik meningkat baik (Lidi, 2012).

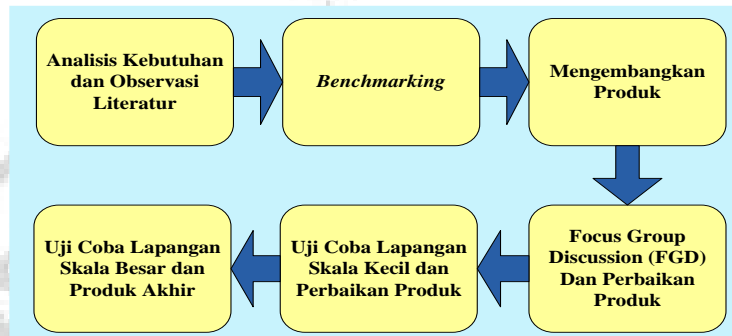
*Graphic User Interface (GUI)* berbasis matlab dalam pembelajaran dirancang untuk pembelajaran simulasi *Power System Analysis (PSA)*. GUI dengan tampilan interaktif melalui diaplikasikan dalam aktifitas kegiatan pengajaran bidang PSA (Savas, 2012). Saghafina (2013) pada penelitiannya yang mengkaji tentang pemanfaatan simulasi dalam pembelajaran memberikan deskripsi hasil yaitu, (1) media simulasi dapat menumbuhkan motivasi siswa pada bidang kajian sistem tenaga listrik (2) Dapat mealukan validasi hasil pekerjaan dalam pembelajaran (3) Peserta didik memperoleh keterampilan praktis. Simulasi menggunakan program *electrical transient* program diungkapkan tujuan Sejalan dengan pendapat Bohari (2013) pada karya penelitiannya, memberikan pernyataan; (1) Pengembangan model dan simulasi untuk pembelajaran praktis di laboratorium sistem melalui alat bantu perangkat lunak *Electrical Transient Program*, (2) Memberikan pengalaman praktis mahasiswa dalam pembelajaran sistem keamanan tenaga listrik. Melalui penerapan konsep dan teori yang peserta didik pelajari model sistem keamanan tenaga listrik di industri.

## METODE

### Model Pengembangan

Konsep R&D diterapkan dalam penelitian model Simulasi berbasis proyek. Prosedur pengembangan yang dilakukan dalam penelitian pengembangan model menggunakan lima tahapan pengembangan model Puslitjaknov (2018). Dari 5 Tahapan dari prosedur pengembangan model Puslitjaknov dimodifikasi menjadi 6 dengan menambahkan tahapan *benchmarking* pada tahap ke 2 dari prosedur pengembangan model. Proses *benchmarking* pada tahap ke 2 merupakan proses untuk mengamati proses kegiatan kegiatan yang telah dilaksanakan orang lain/institusi lain. *Benchmarking* dapat membantu suatu organisasi dalam meningkatkan kinerja organisasi sebuah proses pelaksanaan kegiatan. Terdapat 4 tahapan penting dalam menerapkan *benchmarking*, yaitu

(1) memahami secara detail proses produksi atau proses kegiatan saat ini, (2) menganalisis proses kegiatan atau produk lainnya yang berkinerja baik di institusi yang berbeda, (3) membandingkan sebuah proses produksi atau proses kegiatan pada institusi atau organisasi lain yang telah berkinerja baik (4) mendapatkan informasi tentang langkah-langkah atau proses yang berkinerja baik tersebut. Prosedur pengembangan model dilakukan dengan tahapan ditunjukkan pada gambar 1.



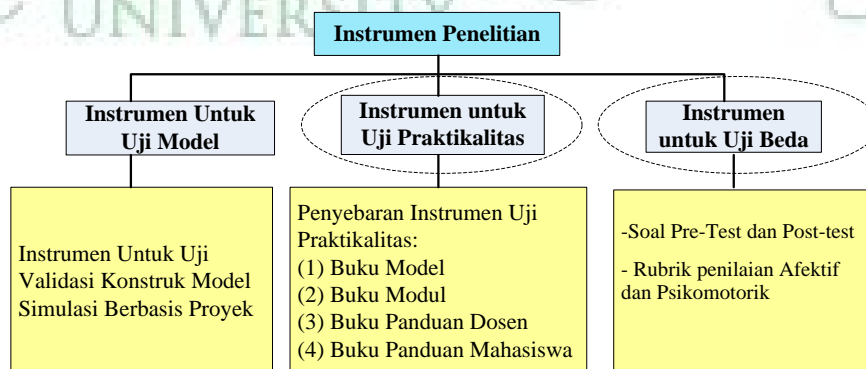
Gambar 1. Prosedur Pengembangan Model Simulasi Berbasis Proyek

Prosedur Tahapan pengembangan model Simulasi berbasis proyek dapat dirincikan sebagai berikut:

1. Observasi Literasi Analisis Kebutuhan dan, pada tahapan ini dilakukan observasi analisis kebutuhan ke pengguna lulusan melalui penyebaran angket. Kegiatan bertujuan untuk mengetahui kebutuhan kompetensi lulusan yang dibutuhkan di dunia kerja, selain *stakholder* sebagai pengguna lulusan, angket juga disebar kepada lulusan yang telah bekerja di dunia usaha dan industri, serta beberapa tenaga pendidik dari beberapa perguruan tinggi yang mengampu matakuliah yang diteliti.
2. *Benchmarking*, pada tahapan ini, peneliti melakukan observasi melalui kegiatan *benchmarking* terkait proses pembelajaran. *Benchmarking* dilakukan pada lembaga pendidikan lain yang memiliki reputasi, untuk mendapat informasi sebagai acuan dalam menetapkan keputusan proses pengembangan.
3. Pengembangan Produk, Produk yang digunakan dalam mendukung proses pembelajaran yang terdiri atas (1) Modul (2) Buku Model (3) Pedoman bagi Dosen dan (4) Buku Pedoman bagi Mahasiswa.
4. Melakukan *Focus Group Discussion* (FGD), FGD sebagai cara untuk memperoleh informasi dari pakar atau ahli yang memberikan masukan terhadap produk yang telah disusun.
5. Ujicoba lapangan pada kelas kecil dan kelas besar, Uji coba untuk mengukur efektifitas dan kepraktisan dari model yang diterapkan serta produk yang dikembangkan.

### Konsep Uji Coba Model

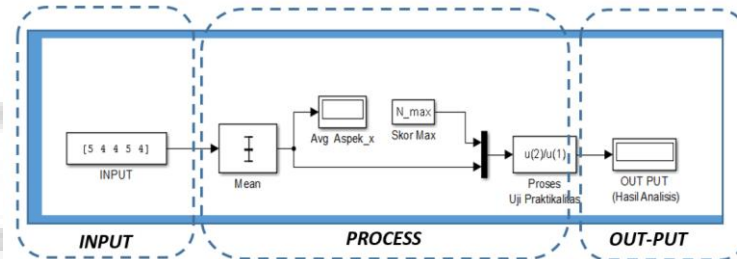
Uji coba produk penelitian model Simulasi berbasis Proyek, jenis menunjukkan jenis-jenis Uji coba yang digunakan dalam penelitian pengembangan ini pada gambar 2.



Gambar 2. Sumber Data Penelitian

Gambar 2 menunjukkan instrumen atau alat yang dipakai untuk mengumpulkan data, guna mengetahui kepraktisan dan efektifitas model simulasi berbasis proyek yang di kembangkan. Pada Artikel ini mengkaji bagian tentang desain model simulasi untuk produk pembelajaran Analisis Sistem Tenaga Listrik berbasis proyek serta desain model dan simulasi yang digunakan untuk mengukur dan menganalisis efektifitas dan praktikalitas model yang dikembangkan, pada gambar diberi keterangan dengan tanda lingkaran garis putus-putus, bagian dari kajian artikel ini.

**Konsep Pemodelan dan Simulasi**



Gambar 3. Skema Pemodelan dan Simulasi

Gambar 3, menunjukkan skema secara umum sistem pemodelan dan simulasi yang terdiri atas 3 blok utama yaitu, input, proses dan output. Identifikasi kepraktisan produk yang dikembangkan serta efektifitas model yang diterapkan input merupakan informasi data seperti hasil belajar atau tanggapan pengguna dari isian angket. Proses adalah pemodelan matematis untuk menguji input sedangkan output adalah hasil kriteria dari input yang telah dikalkulasi melalui blok proses. Output merupakan informasi hasil baik efektifitas maupun kepraktisan berdasarkan ketentuan dan kriteria yang telah ditetapkan

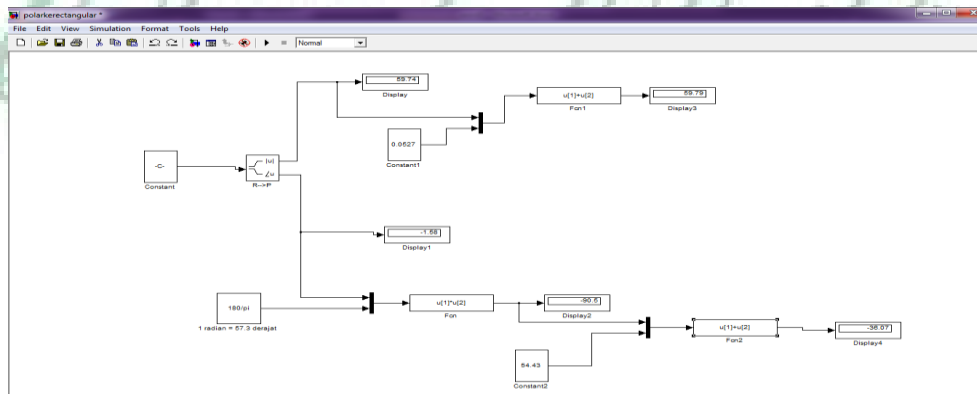
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Hasil Simulasi Produk**

**a. Simulasi Bilangan Kompleks**

Simulasi bilangan kompleks dilakukan untuk menentukan konversi bentuk rectangular kedalam bentuk polar yang digunakan sebagai prayarat mata kuliah analisis sistem tenaga listrik. Bilangan kompleks merupakan persamaan matematis yang digunakan untuk berbagai penyelesaian masalah pada sistem tenaga listrik. Tampilan model simulink matlab untuk menyelesaikan kasus bilangan kompleks ditunjukkan pada gambar 4.

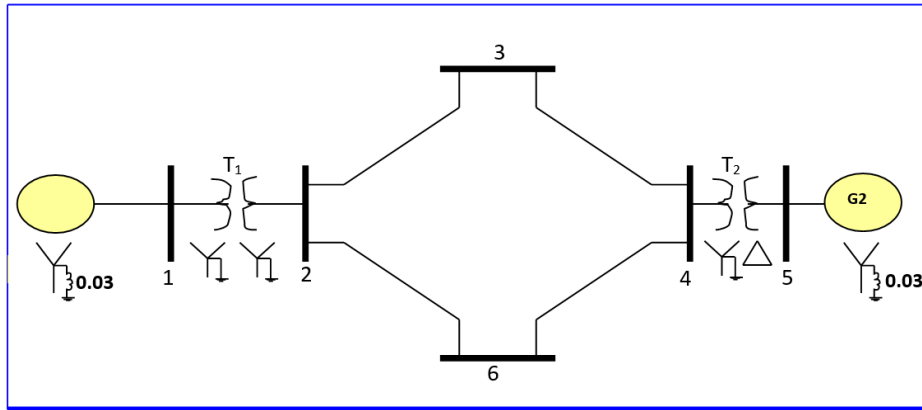
Produk simulasi yang dihasilkan dari rancangan untuk matakuliah AST berdasarkan bahan kajian antara lain (1) Analisis Bilangan Kompleks (2) Analisis Dasar Rangkaian (3) Analisis Kurva Beban (4) Analisis Aliran daya (5) Analisis Hubung Singkat. Pada produk pengembangan, berikut model dan simulasi untuk konsep bilangan kompleks.



Gambar 4. Simulasi bilangan kompleks

**b. Simulasi Short Circuit Calculation (SCC)**

Case: Sistem dengan jumlah 6 bus empat saluran: diagram segaris sebuah sistem tenaga listrik gambar 5 (Hadi Saadat, 1999).



Gambar 5. Diagram Segaris system Tenaga Listrik

**Tabel 1 Data dari Diagram Segaris STL**

ITEM	MVA RATING	VOLTAGE RATING	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>0</sub>
G1	100	13,8 kV	0.2	0.2	0.05
G2	100	13.8 kV	0.2	0.2	0.05
T1	100	13.8/230 kV	0.05	0.05	0.05
T2	100	13.8/230 kV	0.05	0.05	0.05
L <sub>23</sub>	100	230 kV	0.1	0.1	0.3
L <sub>26</sub>	100	230 kV	0.1	0.1	0.3
L <sub>34</sub>	100	230 kV	0.1	0.1	0.3
L <sub>46</sub>	100	230KV	0.1	0.1	0.3

**Input data sistem tenaga listrik:**

```

zdata1 = [ 0 1 0.00 0.20
           0 5 0.00 0.20
           1 2 0.00 0.05
           2 3 0.00 0.10
           2 6 0.00 0.10
           3 4 0.00 0.10
           4 6 0.00 0.10
           4 5 0.00 0.05];
zdata0 = [ 0 1 0.00 0.06
           0 3 0.00 0.04
           1 2 0.00 0.30
           2 3 0.00 0.70
           3 4 0.00 0.30
           4 5 0.00 0.70
           1 5 0.00 0.80];
data2=zdata1;
%Zbus0 = zbuild(zdata0)
Zbus1 = zbuild(zdata1)
%Zbus2 = Zbus1;
symfault(zdata1,Zbus1);
    
```

### Hasil Running Program Matlab.

Enter Faulted Bus No. -> 3

Enter Fault Impedance Zf = R + j\*X in complex form (for bolted fault enter 0). Zf = 0

Balanced three-phase fault at bus No. 3

Total fault current = **5.7143 per unit**

Bus Voltages during fault in per unit

Bus No.	Voltage Magnitude	Angle degrees
1	0.4286	0.0000
2	0.2857	0.0000
3	0.0000	0.0000
4	0.2857	0.0000
5	0.4286	0.0000
6	0.2857	0.0000

Line currents for fault at bus No. 3

From Bus	To Bus	Current Magnitude	Angle degrees
G	1	2.8571	-90.0000
1	2	2.8571	-90.0000
2	3	2.8571	-90.0000
2	6	0.0000	-90.0000
<b>3</b>	<b>F</b>	<b>5.7143</b>	<b>-90.0000</b>
4	3	2.8571	-90.0000
4	6	0.0000	-90.0000
G	5	2.8571	-90.0000
5	4	2.8571	-90.0000

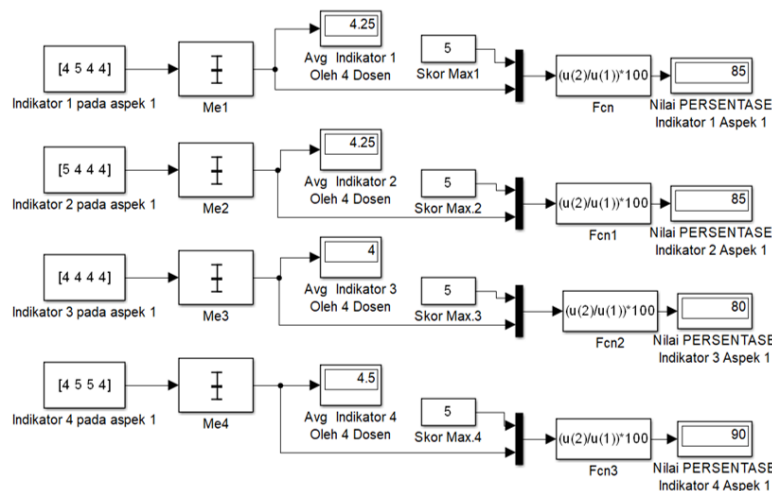
Proses simulasi analisis hubung singkat dari produk yang dikembangkan dengan *list program matlab* (Hadi Saadat, 1999) menunjukkan bahwa perhitungan arus gangguan hubung singkat, jika terjadi gangguan hubung singkat 3 fasa pada bus 3, menunjukkan hasil arus gangguan hubung singkat sebesar 5,7143 menunjukkan bahwa besaran arus gangguan mencapai 5,7143 lebih besar dari arus nominal, yang dapat merusak peralatan pada sistem interkoneksi tenaga listrik.

Produk Analisis dan Simulasi menggunakan perangkat lunak matlab ini, dapat diterapkan untuk pembelajaran berbasis proyek, karena kasus-kasus yang riil terjadi di dunia industri kompleks sehingga memerlukan analisis dengan cara-cara yang praktis berbantuan perangkat lunak untuk efisiensi proses penyelesaian pekerjaan proyek. Dalam pembelajaran cara-cara ini dapat dilaksanakan di ruang kelas maupun di laboratorium

Produk simulasi yang dihasilkan dari model pembelajaran simulasi berbasis proyek diuji kepraktisan dengan memodelkan hasil jajak pendapat dari pakar menggunakan *simulink* dengan pendekatan persamaan Uji praktikalitas dari produk penelitian dilakukan dengan, berdasarkan pendapat Hamdunah (2015), uji dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan:

$$P = \frac{\sum f}{N} \times 100\%$$

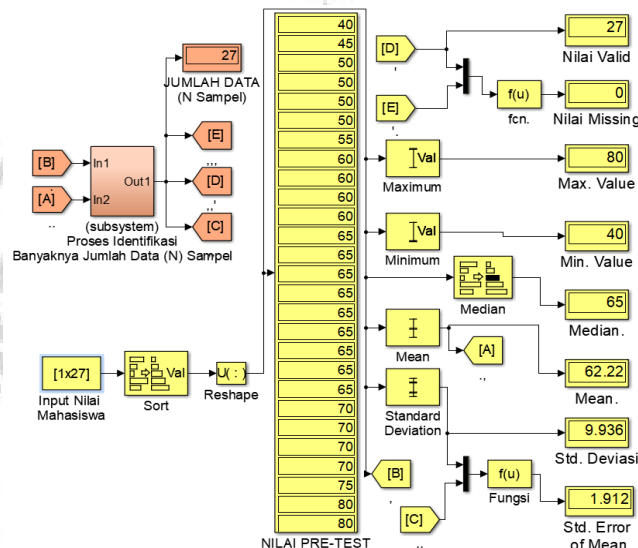
Model dan Simulasi Uji Praktikalitas diberikan pada gambar 6



Gambar 6. Model dan simulasi Uji Praktikalitas

Hasil uji kepraktisan produk simulasi dari pendapat pengguna (4 orang dosen) menunjukkan bahwa presentasi rata-rata kepraktisan produk  $\geq 80\%$ , dinyatakan praktis

### Hasil Pemodelan dan Simulasi Untuk Uji Efektifitas



Gambar 7. Model dan Simulasi analisis Uji Efektifitas

Gambar 7 menunjukkan sebuah blok pemodelan dan simulasi untuk uji efektifitas. Dalam mengidentifikasi efektifitas model pada pembelajaran. Hasil out-put (keluaran) data *mean* dan *Std. Deviasi* dari moel gambar nomor 7 digunakan sebagai indikator untuk uji efektifitas. Input dari data merupakan hasil belajar *pre-test* dan *post-test*. Produk simulasi untuk uji efektifitas menggunakan simulink matlab dapat digunakan untuk mengindetifikasi nilai *pre-test* dan *pos-test* peserta didik.

### SIMPULAN

Dari hasil kajian dan penelitian dapat disimpulkan

1. Model Simulasi dengan simulink matlab dapat digunakan untuk mengukur efektifitas dan praktikalitas, dari sebuah pengujian konsep atau pengujian model pembelajaran
2. Simulasi SCC untuk sistem interkoneksi tenaga listrik dapat digunakan peserta didik dalam proses pembelajaran berbasis proyek
3. Simulasi digunakan dalam pembelajaran AST praktis digunakan oleh pengguna (dosen pengampu mata kuliah AST)
4. Pembelajaran berbasis simulasi dan proyek mencerminkan kebutuhan belajar abad 21 dengan konsep-konsep pembelajaran yang dilakukan menggunakan teknologi (perangkat lunak)

### DAFTAR PUSTAKA

Abbas, 2017. 'A Review of the Literature on the Integration of Technology into the Learning and Teaching of English Language Skills', *International Journal of English Linguistics*, 7(5), pp. 95–106. doi: 10.5539/ijel.v7n5p95.

Agus Junaidi, Abdul Hamid K, 2017, "Design of Simulation Product for Stability of Electric Power System Using Power System Stabilizer and Optimal Control", *IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series* 970 (2018) 012013 doi :10.1088/1742-6596/970/1/012013

Farhad Shahnia, (2014) "Improving the Learning Experience of Power System Protection Students using Computer-based Simulations and Practical Experiments" *Australasian Universities Power Engineering Conference, AUPEC 2014*, Curtin University, Perth, Australia, 28 September – 1 October 2014, pp 1-10

- Ghavifekr, S. and Athirah, W, 2015. 'Teaching and Learning with Technology : Effectiveness of ICT Integration in Schools Teaching and Learning with Technology : Effectiveness of ICT Integration in Schools', *International Journal of Research in Education and Science Volume*, 1(2).
- Hadi Saadat, 1999 ,” Power System Analysis”, (c) Mc Grew Hill
- Hamdunah, 2015,”Praktikalitas Pengembangan Modul Konstruktivisme Dan Website Pada Materi Lingkaran Dan Bola”, Lemmavol Iino. 1, NOV 2015.
- Higgs, J, 2012. *Practice-Based Education Perspectives and Strategies*. Sense Publishers..
- Jordi-Roger Riba Ruiz (2010), “A Computer Model for Teaching the Dynamic Behavior of AC Contactors” *Journal IEEE transactions on education*, VOL. 53, NO. 2, May 2010, pp 248-256
- Jose.P.Therattil (2011) “ Damping of Power System Oscillations using an Advanced Unified Power Flow Controller” Department of Electrical Engineering, National Institute of Technology, Rourkela, Orissa, 769008, India, I Journal IEEE PEDS 2011, Singapore, 5 - 8 December 2011, pp 138-132
- Lidi, W., Guangyu, W., & Weizhe, H, 2012 “Short-Circuit Test Simulation System of Transformer with Shunt Capacitor under Different Frequency Source”, *AASRI Procedia*, 3, 646–651. <https://doi.org/10.1016/j.aasri.2012.11.103>.
- Mappalotteng, A. M,"Developing a Computer-Assisted Instruction Model for Vocational High Schools", *International Journal Of Engineering And Science*, 4(10), 31–42, 2014.
- Moussavi, S. Z., & Fazly, M, 2010 “Learning improvement by using Matlab simulator in advanced electrical machinery laboratory. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 9, 92–104. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.12.121>.
- Puslitjaknov, 2008,”Pusat Penelitian Kebijakandan Inovasi Pendidikan badan Penelitian Dan Pengembangan departemen Pendidikan Nasional”.
- Rahmaniar, Maharani Putri ,”The Simulation Computer Based Learning (SCBL) for Short Circuit Multi Machine Power System Analysis”, *IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series* 970 (2018) 012015 doi :10.1088/1742-6596/970/1/012015
- Savaş Koç, Zafer A, (2011) ” *Matlab/Gui Based Fault Simulation Tool For Power System Education* *Journal Mathematical and Computational Applications*, Association for Scientific Research, Vol. 14, No. 3, pp. 207-217
- Saghafinia, A., Ping, H. W., Uddin, M. N., & Amindoust, A.2013 “Teaching of Simulation an Adjustable Speed Drive of Induction Motor Using MATLAB/Simulink in Advanced Electrical Machine Laboratory”, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 103, 912–921. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.10.413>

