

## SIMULATOR SISTEM TENAGA LISTRIK TIGA FASA *DOUBLE FEEDERS* UNTUK PENDIDIKAN DAN PELATIHAN

Muhammad Aminudin<sup>1</sup>, Sutarno<sup>2</sup>

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

### Info Artikel

*Sejarah Artikel:*

Diterima Februari 2017

Disetujui April 2017

Dipublikasikan Desember 2017

*Keywords:*

*Simulator;*

*Praktik Sistem Tenaga Listrik.*

### Abstrak

Mata kuliah system tenaga listrik merupakan salah satu mata kuliah wajib bagi mahasiswa Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang. Pelaksanaan perkuliahan masih banyak kendala karena laboratorium belum memiliki alat untuk mensimulasikan drop tegangan dan rugi daya pada pembelajaran system tenaga listrik. Berdasarkan latar belakang tersebut rumusan masalah yang diperoleh membuat simulator system tenaga listrik *double feeder* tiga fasa dapat digunakan untuk menampilkan rugi-rugi tegangan, rugi-rugi daya pada pembelajaran mata kuliah system tenaga listrik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Simulator Sistem Tenaga Listrik *double feeder* Tiga Fasa dapat menampilkan rugi-rugi tegangan dan rugi-rugi daya dari saluran pendek (15 cm), menengah (30 cm) dan panjang (45 cm)

### Abstract

*Practical work lecturer of power systems is one of obligatory lecturer for the students electrical engineering education program in Semarang State University. Implementation of this lecturer has any obstacle because laboratory don't have insufficiency practical instrument in power systems lecturer. According the background, create a power systems simulator double feeders three phasa that can show drop voltage and power losses in practical work lecturer of power systems. The result showed that power systems simulator can be use as practical instrument laboratory because it is can be show the drop voltage and power losses in short pipeline, medium pipeline and long pipeline.*

Alamat korespondensi:

Gedung E11 Lantai 2 FT Unnes

Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang, 50229

E-mail: [edu.elektriKA@mail.unnes.ac.id](mailto:edu.elektriKA@mail.unnes.ac.id)

© 2017 Universitas Negeri Semarang

ISSN 2252-7095

## PENDAHULUAN

Dewasa ini kebutuhan akan energi listrik dalam kehidupan manusia menjadi hal utama atau pokok. Energi listrik saat ini dapat diperoleh melalui sebuah sistem sebelum digunakan sebagai sumber listrik. Menurut Stevenson W.D. (1990: 1) bahwa sistem tenaga listrik terbagi menjadi tiga bagian yaitu pembangkitan, transmisi, dan distribusi tenaga listrik. Energi listrik dapat dihasilkan dari sistem pembangkit listrik, adapun sistem pembangkit listrik tersebut antara lain Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP), Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG), Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN), dan lain sebagainya. Energi ini kemudian akan disalurkan ke konsumen melalui jaringan listrik yaitu jaringan transmisi dan distribusi. Proses penyaluran energi listrik ini dan gejala kelistrikan didalamnya di pelajari pada salah satu mata kuliah praktik sistem tenaga listrik di Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang.

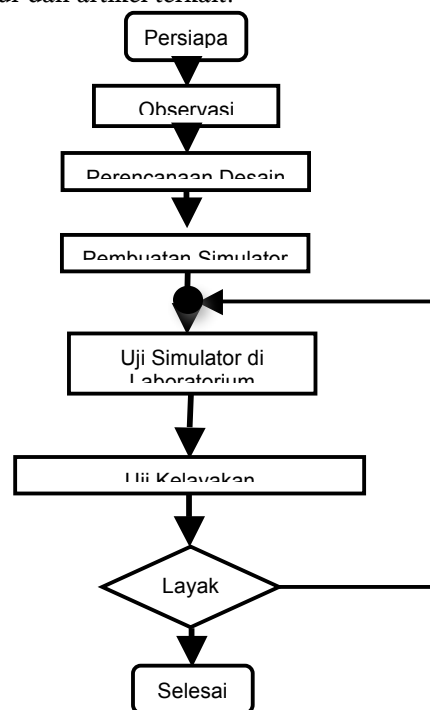
Pelajaran praktik sistem tenaga listrik sangat berguna bagi mahasiswa jurusan teknik elektro karena dalam pelajaran ini mahasiswa dapat lebih memahami proses penyaluran sistem tenaga listrik, salah satunya mempelajari tentang praktik sistem tenaga listrik tiga fasa *double feeder* dan mahasiswa diharapkan mampu menganalisis tegangan input (tegangan sumber), tegangan pada tiap bus yaitu bus saluran pendek, bus saluran menengah, bus saluran panjang, tegangan pada output (tegangan pada beban), arus yang mengalir, faktor daya, serta mencari rugi-rugi daya dan tegangan.

Tindakan alternatif untuk mengatasi masalah tersebut berupa pengembangan bahan ajar simulator baru yang dapat membantu dalam praktik dengan nama 'Simulator Sistem Tenaga Listrik Tiga Fasa *Double Feeder*'. Penggunaan simulator sistem tenaga listrik tiga fasa *double feeder* dalam pembelajaran praktikum mahasiswa, diharapkan dapat mengatasi permasalahan kebutuhan alat praktik dalam pembelajaran sistem tenaga listrik, memberikan kemudahan bagi mahasiswa dalam penguasaan materi pembelajaran mengenai simulasi sistem tenaga listrik, sehingga dapat meningkatkan daya serap materi pelajaran dan dapat mengoptimalkan hasil belajar para mahasiswa teknik elektro

Pembuatan simulator pada penelitian ini menggunakan jaringan tunggal dua pengisian/*double feeders* dengan tegangan nominal 220 V. Dalam penelitian ini terdapat saluran pendek, menengah dan panjang yang masing-masing saluran di berikan beban lampu elektrik, lampu pijar dan motor listrik.

## METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif yang memusatkan pada metode eksperimen (Penelitian Laboratorium) karena itu data yang diperoleh bersumber dari hasil penelitian di laboratorium. Metode penelitian eksperimen dilakukan di laboratorium untuk menguji cara kerja dari sistem dan kemungkinan perbaikan dan perubahan materi. Metode penelitian eksperimen dapat diartikan sebagai metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi terkendali. Penentuan penggunaan, nilai dan jenis komponen dalam pembuatn simulator ini berdasarkan pada literatur dan artikel terkait.



## HASIL DAN PEMBAHASAN

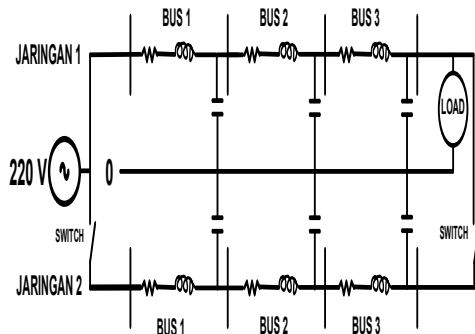
Penelitian Simulator Sistem Tenaga Listrik *Double feeders* Tiga Fasa Sebagai Pendukung Perkuliahan Praktik Sistem Tenaga Listrik Di Jurusan Teknik Elektro Unnes ditinjau dari pembuatan desain simulator dan penelitian laboratorium

### 1. Pembuatan Desain Simulator

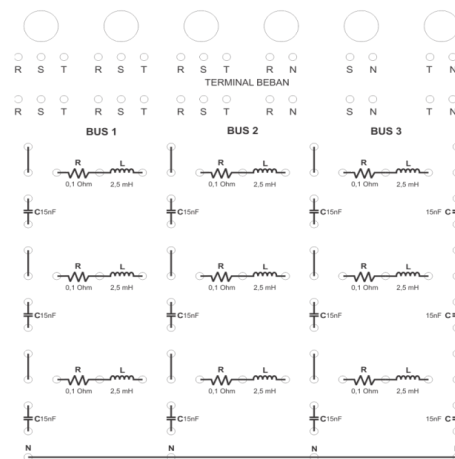
Desain simulator dilakukan dengan mengacu pada materi unit uji Praktik Sistem Tenaga Jaringan Tunggal dan Ganda *Double Feeders* yang telah ada. Setelah desain simulator dibuat dan sudah divalidasi maka selanjutnya mempersiapkan semua bahan dan alat yang dibutuhkan untuk membuat simulator. Alat dan bahan yang digunakan diantaranya resistor, induktor, kapasitor, solder, kabel, bor, tang potong, tang jepit, tenol, jumper, kabel jack banana dan akrilik berwarna putih dengan tebal 3 mm dan kayu dengan dimensi lebar 60 cm dan panjang 80 cm. setelah mempersiapkan alat dan bahan adalah menyablon desain layout atas trainer pada akrilik dan mengebor bagian yang diperlukan. Penyablonan desain akrilik dilakukan dengan menggunakan jasa tukang sablon. Setelah penyablonan selesai kemudian dilakukan pengeboran pada lubang-lubang steker bus, saklar, dan tempat soket.

Setiap input dan output komponen elektronik di beri tempat untuk lubang dengan cara di bor menggunakan mata bor 8 mm untuk tempat soket *jack banana*. Simulator terpasang komponen elektronik yaitu resistor, kapasitor, dan induktor. Setiap *input* dan *output* pada rangkaian simulator diberi *steker bus*. Antar *steker bus* dapat disambung menggunakan *jack banana* yang disambung dengan kabel yang dinamakan *jumper*. Panjang masing-masing *jumper* disesuaikan dengan kebutuhan jarak antar unit rangkaian yang akan diuji

Tahap berikutnya adalah merangkai dan memasang komponen resistor (R), induktor (L) dan kapasitor (C) sesuai dengan rangkaian simulator sistem tenaga listrik tiga fasa jaringan tunggal dan ganda *double feeders*. Berikut rangkaian untuk simulator sistem tenaga listrik jaringan tunggal dan ganda *double feeders*



Gambar 1 Rangkaian Simulator Sistem Tenaga Listrik Jaringan Tunggal dan Ganda *Double feeders*



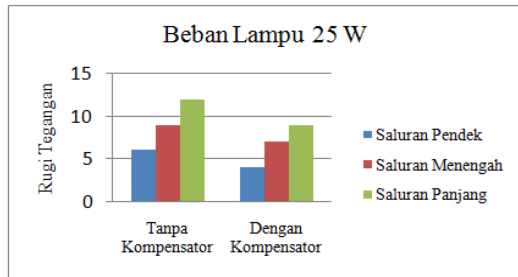
Gambar 2. Simulator Sistem Tenaga Listrik Tiga Fasa Jaringan Tunggal dan Ganda *Double feeders*

Rangkaian resistor, induktor dan kapasitor dipasang dibawah akrilik sesuai dengan layout desain pada sisi atas akrilik dengan cara disolder. Kemudian memasang komponen-komponen lain seperti saklar MCB, jack banana.

## 2. Tahap Uji Coba Simulator

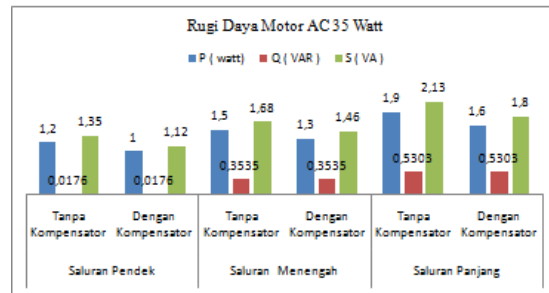
Uji coba simulator dilakukan untuk mengetahui apakah simulator dapat digunakan untuk mempraktikan percobaan sesuai pada materi praktikum unit uji sistem jaringan tunggal dan ganda *double feeders*. Apabila terjadi kesalahan maka dianalisis dan diperbaiki sehingga simulator dapat berfungsi dengan semestinya. Uji coba simulator dilakukan dengan mempraktikan semua percobaan yang ada pada materi praktikum unit uji sistem jaringan tunggal dan ganda *double feeders*. Setelah tahap pembuatan simulator selesai, selanjutnya dilakukan uji simulator. Uji coba dilakukan di Laboratorium Teknik Elektro, Gedung E6 lantai 1 Universitas Negeri Semarang. Percobaan dilakukan berkali-kali sampai memperoleh hasil yang diharapkan dari simulator tersebut. Beban yang digunakan untuk mensimulasikan sistem tenaga listrik ini yaitu beban lampu pijar 100 Watt, beban motor AC 35 Watt, dan beban lampu elektronik 25 Watt

### 1. Beban Lampu Elektronik 25 Watt

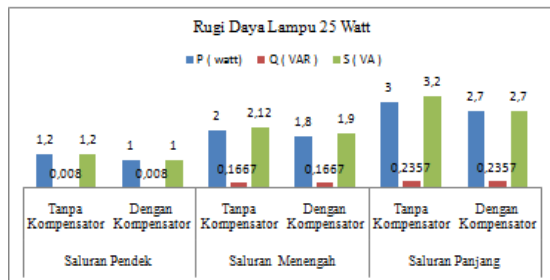


Gambar 3. Grafik tegangan pada beban lampu elektronik

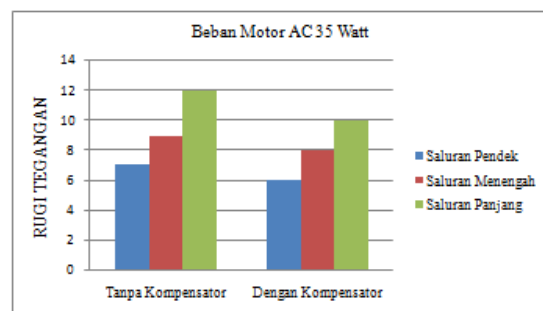
### 3. Beban Motor AC



Gambar 7. Grafik rugi tegangan pada motor

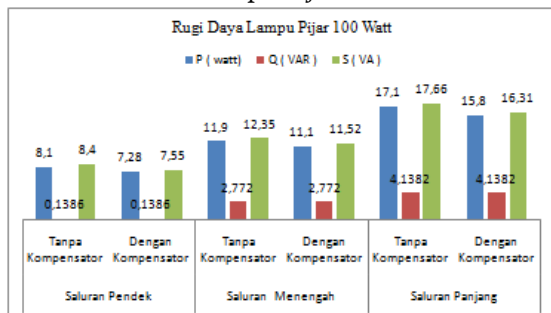


Gambar 4. Grafik rugi daya pada beban lampu elektronik

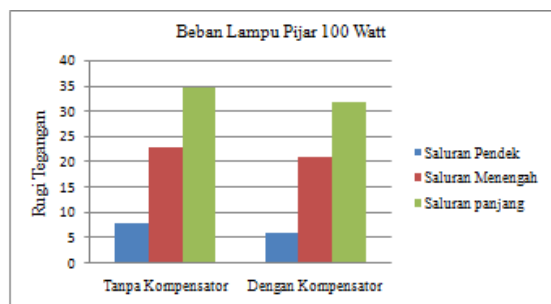


Gambar 8. Grafik rugi daya pada motor AC

### 2. Beban Lampu Pijar



Gambar 5. Grafik rugi tegangan pada beban lampu pijar



Gambar 6. Grafik rugi daya pada lampu pijar

Data hasil penelitian laboratorium pada tabel di atas dan grafik tegangan membuktikan bahwa jaringan listrik dengan penambahan kompensator akan memperbaiki faktor daya, dan mengurangi rugi tegangan pada jaringan. Hal ini sesuai yang dikemukakan oleh Hutaeruk 1990:1 “Untuk memperbaiki faktor daya dari saluran maka untuk beban-beban yang mempunyai faktor daya jelek, misal dibawah 0,8, perlu dipasang kapasitor statis yang terhubung paralel dengan beban. Dengan pemasangan kapasitor tersebut, disamping memperbaiki faktor daya akan sekaligus memperbaiki pengaturan tegangan dan menaikkan penyaluran daya.”

Penelitian laboratorium yang menggunakan simulator sistem tenaga listrik tiga fasa *single feeder* merupakan proses uji coba yang berusaha menggambarkan saluran transmisi tenaga listrik. Saluran transmisi berfungsi untuk mengirim atau mentransmisikan energi listrik dari pusat pembangkit sampai pada gardu distribusi dengan menggunakan tegangan tinggi dan menengah. Klasifikasi saluran transmisi dibagi menjadi tiga saluran, yaitu saluran pendek, saluran menengah, dan saluran panjang. Pada alat simulator sistem tenaga

listrik tiga fasa *single feeder* diwujudkan menjadi tiga bus. Bus 1 merupakan saluran pendek dimana saluran transmisi yang panjangnya kurang dari 80 km (50 mil). Pada saluran pendek ini nilai kapasitansi penghantar dapat diabaikan sehingga penghantar dimodelkan dengan impedansi (R dan XL). Bus 2 merupakan saluran menengah dimana saluran transmisi yang panjangnya antara 80 km dan 240 km (50-150 mil). Pada saluran menengah nilai kapasitansi tidak dapat diabaikan sehingga penghantar dimodelkan dengan impedansi penghantar (R dan XL) dan kapasitansi yang dapat dimodelkan dalam bentuk nominal T dan PHI ( $\pi$ ). Bus 3 merupakan saluran panjang dimana saluran transmisi yang panjangnya lebih dari 240 km (lebih dari 150 mil). Pada Saluran panjang, nilai kapasitansi dan impedansi penghantar (R dan XL) di asumsikan terdapat pada sepanjang penghantar hingga batas tak hingga. Data hasil penelitian laboratorium pada tabel di atas dan membuktikan bahwa jaringan listrik dengan penambahan kompensator akan memperbaiki faktor daya, dan mengurangi rugi tegangan.

### SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dari data praktik di Laboratorium bahwa dinilai dari kinerja simulator dapat disimpulkan bahwa Simulator Sistem Tenaga Listrik *Double feeder* Tiga Fasa dapat menampilkan tegangan pada jaringan, daya, arus. Data hasil praktik dibuat tabel dan di gambar grafik rugi-rugi tegangan. Data hasil praktik masih memiliki presentase rugi – rugi yang besar. Nilai rugi tegangannya dengan beban lampu pada jaringan pendek setelah perbaikan menjadi 0,85 %, saluran menengah 0,85 % dan saluran panjang 1,28 %. Nilai rugi tegangan pada beban motor listrik AC setelah perbaikan pada saluran pendek menjadi 0,42 %, pada saluran menengah 0,42 %, pada saluran panjang 0,85 %. Nilai rugi tegangan pada lampu pijar setelah perbaikan pada saluran pendek 0,85 %, pada saluran menengah 0,98 %, pada saluran panjang 1,20 %. Perbaikan pada saluran karena pemasangan kompensator untuk memperbaiki rugi tegangan pada jaringan.

### SARAN

Saran yang dapat diajukan berdasarkan hasil penelitian adalah

1. Dalam melakukan pemasangan kompensator perlu diperhatikan karakteristik beban jaringan

untuk menentukan penempatan yang lebih optimal.

Simulator Sistem Tenaga Listrik *Double feeder* Tiga Fasa butuh pengembangan dan penelitian lebih lanjut agar dapat lebih sempurna dengan penggunaan komponen yang memiliki nilai sesuai dengan teori agar drop tegangan dan rugi daya sesuai dengan standar yang telah ditetapkan PLN.

### DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. 2002. Ruang Bebas dan Jarak Bebas Minimum pada Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) dan Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET). Jakarta: SNI 04-6918-2002.
- Belly, alto, at al. 2010. Daya Aktif, Reaktif & Nyata. Depok: Universitas Indonesia.
- Bien, Liem Ek., Kasim, Ishak., dan Pratiwi, Erni Aprianti. 2009. Analysis of power losses calculation in medium voltage network of feeder serimpi, pam 1 and pam 2 at network Area gambirpt.pln (persero) distribusion Jakarta raya And tangerang. Jurnal: Universitas Trisakti.
- Bishop, Owen. 2004. Dasar-dasar Elektronika. Jakarta: Erlangga.
- Cahyanto, Restu Dwi. 2008. Studi Perbaikan Kualitas Tegangan dan Rugi-rugi Daya pada Penyulang Pupur dan Bedak menggunakan Bank Kapasitor, Trafo pengubah Tap dan Penggantian Kabel Penyulang. Skripsi: Universitas Indonesia.
- Cekdin, Cekmas dan Taufik Barlian. 2013. Rangkaian Listrik. Yogyakarta: Andi.
- Hardiyanto, Eko. 2008. Evaluasi Instalasi Jaringan Tegangan Rendah untuk Menekan Rugi-rugi Daya dan Tegangan Jatuh. Skripsi: Universitas Indonesia.
- Hutauruk, T.S.. 1990. Transmisi Daya Listrik. Bandung: Erlangga.
- Murti, Bhisma. 2011. Validitas C dan Reliabilitas Pengukuran. <http://fk.uns.ac.id/index.php/download/file/61> (diakses 09-03-2015)
- Saadat, Hadi. 2004. Power System Analysis. Singapore: McGraw Hill.
- Soepartono, A. Rida Ismu. 1980. Teknik Tenaga Listrik. Jakarta: Penerbit Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah.
- Stevenson, William D. 1990. Analisis Sistem Tenaga Listrik Edisi Keempat. Jakarta: Erlangga.

- Sugiyono. 2013. Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D. Bandung: Alfabeta.
- Sulasno. 1993. Analisa Sistem Tenaga Listrik. Semarang: SatyaWacana.
- Sumarsono, Heru. 2009. Analisis Perhitungan Jarak antar Kawat dan Clearance Saluran Transmisi Udara. Jurnal: UniversitasDiponegoro.
- Tim penyusun. 2005. Kamus Besar Bahasa Indonesia (edisi ketiga). Jakarta: Balai Pustaka.
- Zuhal.1992. Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya. Jakarta: Gramedia.